Zeemaneffekt an Chrom,

vom ultravioletten bis zum blauen Teil des Spektrums,

unter besonderer Berücksichtigung einiger Dissymetrien.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Eduard Karl John

Robert Richter

Charlottenburg.

Göttingen 1914.

Druck der Dieterichschen Universitäts-Buchdruckerei (W. Fr. Kaestner).

Angenommen von der mathem.-naturwissenschaftlichen Abteilung.

Tag der mündlichen Prüfung: 30. Juli 1913.

Referent: Herr Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. W. Voigt.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

In der vorliegenden Arbeit ist der Zeemaneffekt an Chrom, und zwar an den Linien vom ultravioletten bis zum blauen Teil des Spektrums, untersucht worden. Die Untersuchung sollte so vollständig sein, wie Auflösungsvermögen des Gitters, Linienschärfe und Intensität der Linien es gestatteten. Die von Herrn J. E. Purvis[1]) in gleicher Absicht gelieferte Arbeit erschien anfechtbar.

Mit Hilfe des gewonnenen Beobachtungsmaterials ist der Versuch gemacht worden die Kenntnis der Gesetzmäßigkeiten im Spektrum zu erweitern.

Mit dem Zeemaneffekt gleichzeitig wurde der Einfluß, den die Entladungsform des Funkens auf die Linienschärfe ausübt, beobachtet. Dadurch wurde eine Möglichkeit der Linienklassifikation gegeben, die fördernd zum Auffinden von Gesetzmäßigkeiten beitrug.

In einem zweiten Teil sind dissymetrische Zeemaneffekte mit Hinblick auf die theoretischen Entwicklungen Herrn Voigts behandelt worden.

Die ganze Arbeit ist im Göttinger Institut für mathematische Physik auf Vorschlag und mit liebenswürdigstem Interesse Herrn Geheimrat Voigts ausgeführt worden.

Zeemaneffekt an Chrom ist außer von Herrn Purvis, auch von Herrn Miller[2]) und Herrn Hartmann[3]) in sehr geringem Umfang untersucht worden. Den Anfang des sichtbaren Teils hat Herr Babcock von 3744 bis 4801 A. E. untersucht. Die Arbeit Herrn Babcocks[4]) erschien im Laufe dieser Untersuchung und wurde mir nach Abschluß der Messungen des ersten Teils bekannt.

---

1) J. E. Purvis, Proc. Camb. Phil. Soc. 14, 1906. 2) W. Miller, Diss. Göttingen. 3) W. Hartmann, Diss. Halle 1907. 4) H. D. Babcock, Astr. Journ. 38, 1911.

I. Teil.

Die Gitteraufstellung.

Die Arbeit wurde mit Hilfe der bekannten[1]) festen Gitteraufstellung des Göttinger physikalischen Instituts ausgeführt. Spalt, Konkavgitter und der eiserne Rowland'sche Kreis, der die Kamera photographischer Platten darstellt, stehen fest. Diese Methode stammt von den Herren Runge und Paschen. Sie eignet sich vorzüglich zur Durchmusterung großer Spektralgebiete; denn man erhält mit einer photographischen Aufnahme das ganze Spektrum in mehreren Ordnungen.

Ein Spaltpunkt wird durch das Konkavgitter auf dem Rowlandschen Kreis astigmatisch abgebildet. Dieser Astigmatismus verlangt eine exakte Justierung der Spaltrichtung, um scharfe Linien zu erhalten. Zu dem Zweck wurde die Linie *Zn* 4680 mit Hilfe zweier ausgeblendeter Spaltpunkte photographiert. Die Distanz der Spaltpunkte von einander betrug 19 mm. Die beiden astigmatischen Abbilder berührten sich dann kaum. Steht der Spalt richtig, so fallen die Bilder in eine Grade, steht er schief, so kommt man durch eine gut meßbare Parallelverschiebung von einer astigmatischen Linie in die andere. Die notwendige Korrektion der Spaltrichtung wird aus der Größe der Parallelverschiebung berechnet.

Lichtquelle und Magnet.

Als Lichtquelle dienten Funken, die durch einen Funkeninduktor erzeugt wurden. Als Elektroden wurden sowohl Kohlestäbchen mit Chromsäure getränkt benutzt, wie auch metallisches Chrom. Die Entladungen waren in der Regel periodisch, da sich neben einer Kapazität hinreichende Selbstinduktion im Schwingungskreis

---

1) Phys. Z. S. 6, 1905. W. Miller, Ann. d. Phys. 24, 1907.

befand. Nach den Versuchen von Schuster und Hemsalech[1]) muß die Selbstinduktion eine gewisse Größe im Verhältnis zur Kapazität erreichen, damit die störenden Luftlinien aus dem Spektrum verschwinden. Hat man Selbstinduktion und Kapazität mit Rücksicht darauf abgestimmt, so genügt das noch nicht, um alle Chromlinien scharf zu erhalten. Die Selbstinduktion muß noch 2 bis 3 mal so groß gemacht werden, bis die Linienschärfe hinreichend wird. Indem das so gewonnene Verhältnis von Selbstinduktion zu Kapazität beibehalten wird, kann die Kapazität solange vergrößert werden, wie die zur Verfügung stehende Energiemenge ausreicht, um die Kapazität auf das nötige Potential zu laden. Denn eine gewisse Höhe des Entladungspotentials ist zur Erzeugung heller Funken notwendig. Wählte man zur Erzielung höherer Magnetfeldstärken eine kleinere Poldistanz, so wurden die Elektrodendistanz und damit das Entladungspotential leicht zu klein. Die Helligkeit wurde gering. Die metallischen Elektroden gaben schon bei größeren Distanzen eine schlechte Funkenhelligkeit, sobald sie oxydiert waren. Man muß auch hier die Ursache in dem geringen Entladungspotential suchen, das den Oxydelektroden eigen ist. Diese Schwierigkeiten lassen sich leicht beseitigen, wenn man eine regulierbare Funkenstrecke mit der Hauptfunkenstrecke in Reihe schaltet, wie das auch Herr Babcock[2]) getan hat. Durch Verlängerung der Hilfsfunkenstrecke kann das Entladungspotential auf die gewünschte Höhe getrieben werden.

Der benutzte Quecksilberunterbrecher der Firma Boas funktioniert derart, daß ein intermittierender Quecksilberstrahl gegen den Kopf einer feststehenden Kupferschraube gespritzt wird. Der Kopf wird dadurch bald ausgehöhlt. Eine Eisenschraube ließ wegen mangelnder Amalgamation schlechten Kontakt befürchten. Sie hat sich trotzdem bewährt.

Der Dubois'sche Halbringelektromangnet konnte mit 8 Amp. unter Wasserkühlung 4 Stunden lang hintereinander betrieben werden. Polflächen von 15 mm Durchmesser und 4 mm gegenseitiger Distanz gaben bei der genannten Stromstärke 23000 Gauß Magnetfeldstärke. Bei diesen beträchtlichen Dimensionen der Polflächen und des Abstandes, arbeitet man am bequemsten wie üblich mit gekreuzten Stäbchen aus Kohle oder Metall. Im Falle eines kleineren Interferrikums oder difficilen Elektrodenmaterials (klein, bröcklig, selten), sind die gekreuzten Stäbchen nicht angenehm

1) G. A. Hemsalech, C. R. 129, 1899, pag. 285.
2) H. D. Babcock, Astr. Journ. 33, 1911.

und schließlich unanwendbar. Für diesen Fall wurde ein besonderer Elektrodenhalter angefertigt. Er wurde zunächst für Polflächen mit 7 mm Durchmesser und 2 mm gegenseitiger Distanz gebaut, konnte aber durch kleine Änderungen für andere Distanzen brauchbar gemacht werden. Der Gedanke, der zur Ausführung kam, war der, vor jede Polfläche ein dünnwandiges Glimmertäschchen zu bringen, in die die kleinen plättchenförmigen Elektroden geworfen werden, während dünne, blechförmige Stromzuleitungen hinterher eingeführt werden. Im Zentrum des Magnetfeldes, auf den einander zugekehrten Seiten, sind die Täschchen durchlocht, damit der Funke überspringen kann. Figur 1 zeigt ein solches Täschchen. Der parabolische Einschnitt öffnet sich nach dem Spalt des Spektroskops, um den Öffnungskegel des austretenden Lichtes hinreichend groß zu machen. Die Tasche besteht aus drei Lagen Glimmer. Die äußerste Lage zeigt Figur 2, sie ist 0,1 mm stark und isoliert die Elektrode gegen die Polfläche. Die zweite, Figur 3, ist 0,3 mm stark, von der Stärke des Elektrodenmaterials. Die dritte, Fig. 4, ist wieder 0,1 mm stark und für den Funkendurchgang mit 3 mm Öffnung durchlocht. Die zweite Tasche ist symmetrisch gebaut, und wird von der ersten oben und unten durch 1 mm Ebonit getrennt. So paßt das Ganze zwischen 2 mm Poldistanz und würde hindurchfallen, ohne zwei außen aufgelegte Ebonitplatten, Fig. 5. Diese Ebonitplatten haben je einen Schlitz auf die Form der Polschuhe gearbeitet, in denen die Polschuhe gleiten, wenn der Elektrodenhalter von oben her aufgesteckt wird. 4 Schrauben befestigen die 9 Schichten mit einander. Ein Loch ist unten vorhanden, um zur Balance ein Bleigewicht anzuhängen.

Chrom ist spröde und spaltbar. Zur Herstellung einer Elektrode aus Chrom nimmt man ein passendes Stück und feilt eine Fläche an, dann dreht man es um und feilt die parallele Fläche herunter so weit es geht. Es gelingt bis auf 1,5 mm. Danach wurde eine der Flächen auf Messingblech mit Weichlot festgelötet. Die Lötung hält nur, wenn man bis zur Rotglut erhitzt hat; alsdann verträgt sie auch starke Feilstriche. Bis auf 0,3 mm wurde heruntergefeilt und wieder abgetaut. Das Plättchen erhielt 5 mm Breite, die Länge blieb unverkürzt, und dann wurde es in das Glimmertäschchen hineingeschoben.

Bei den kleineren Poldimensionen stieg die Feldstärke auf 29000 Gauß. 8 Amp. waren dazu beibehalten. Ging man auf 10 Amp. hinauf, so erreichte das Magnetfeld eine Stärke von 31000 Gauß. Mit 10 Amp. konnte man 2 Stunden lang unaus-

gesetzt arbeiten und mußte dann wegen Erwärmung der Magnetwicklungen pausieren.

Das Funkenbild wurde mit Hilfe eines Achromaten aus Quarz und Flußspat auf dem Spalt des Spektrographen entworfen. Die beträchtlich große Flußspatlinse des Achromaten ist ein Geschenk aus dem Nachlaß des Herrn Dr. Hauswaldt-Magdeburg.

Die Bestimmung der Feldstärke.

Die Stärke des Magnetfeldes wurde an der Aufspaltung der trabantenfreien Zinklinie 4680,43 gemessen. Diese Aufspaltung ist nach den Messungen der Herren Cotton und Weiß[1]) $\frac{\varDelta\lambda}{\lambda^2} 10^{13} = \pm 9.38$. Die Aufnahmen der Zinklinie wurden vor oder nach der Hauptaufnahme gemacht, da bei Anwesenheit von Chrom im Funken die Linie Cr. 4680.68 störend gewirkt hätte (s. pag. 20). Chrom kommt hauptsächlich als Chromeisenstein in der Natur vor, und darauf ist die Befürchtung begründet, das Magnetfeld könnte durch Eisenbeimengung verfälscht sein. Herr Purvis[2]) hat dies zur Erklärung der abweichenden Resultate verschiedener Beobachter herangezogen. Für die vorliegende Arbeit wurden reine Chromsäure auf Kohlestäbchen und gegossenes metallisches Chrom. beide von der Firma Merck in Darmstadt, benutzt. Der Effekt im magnetischen Feld war beidemale derselbe, ein eventuelles Gehalt an Eisen scheint also nicht merklich zu stören. Nach Abschluß der Messungen wurde zur Kontrolle auf drei Platten, die den wichtigsten Aufnahmen entnommen waren, der Zeemaneffekt von Ca 3968.62 gemessen. Diese Linie rührt von Verunreinigung der Kohlestäbchen her. Es ergab sich

$s \mp 6.26$	$s \mp 6.25$	$s \mp 6.28$
$p \mp 3.17$	$p \mp 3.13$	—

Eine absolute Messung von Ca 3968.62 liegt nicht vor. Aber nach der Runge'schen Regel ist der Wert der Aufspaltung $\frac{4}{3}a = \pm 6.25$, $\frac{2}{3}a = \pm 3.13$, wo a wie immer gleich ± 4.69 ist.

Die Photogramme.

Die Spektrallinien wurden in mehrstündigen Expositionen auf Platten, Gelb-Etikette-Moment, der Firma Schleußner aufgenommen.

---

1) Cotton und Weiß, C. R. 147, 1908.
2) J. E. Purvis, Astroph. Journ. 33, 1911.

Die Messungen wurden mit einem Längen-Komparator der Firma Zeiß gemacht. Auf jede Komponente einer Zeeman'schen Zerlegung wurde 10 mal eingestellt, und dasselbe auf 3 bis 7 Platten wiederholt, sodaß im Durchschnitt auf jede Komponente 50 Einstellungen fallen.

Der Komparator gestattete die Anwendung von Vergrößerungen verschiedener Stärke. Die Mikroskopvergrößerung 6,5 schien in allen Fällen die geeignetste zu sein; denn mit stärkeren Vergrößerungen wurde das Korn der photographischen Platte störend.

Die Einstellung geschah auf einen Doppelstrich. Bei dem benutzten Instrument waren der verschiedenen Linienbreiten wegen fünf solcher Doppelstriche, die sich durch ihre Zwischenräume unterschieden, vorhanden. Man denke sich die Doppelstriche durch das Mikroskopobjektiv in der Plattenebene abgebildet. Diese Abbildungen hatten Zwischenräume von den Größen 0.08; 0.12; 0.16; 0.19; 0.22 mm. Die drei mittleren sind für die Zeeman'schen Zerlegungen am meisten gebraucht worden.

Die Genauigkeit der Resultate.

Magnetfeldbestimmung, Längenmessung am Komparator, und Umrechnung der gemessenen Längen in Wellenzahlen, tragen Fehler von 0,03 Wellenzahlen in das Resultat hinein. Unter Resultat ist die Aufspaltung bei 100000 Gauß Feldstärke zu verstehen. Dieser Fehler ist gegenüber den folgenden, ausschlaggebenden, gering.

Durch die Nähe einer anderen Linie oder Komponente wird die Einstellung des Komparators dahin beeinflußt, daß man den Abstand von der störenden Linie zu klein bewertet. Die Messungen in der ersten Ordnung geben wahrscheinlich aus dieser Ursache zuweilen kleinere Aufspaltungen, als die Messungen in höherer Ordnung. Der Fehler der hierdurch entsteht erreicht eine Größe bis zu 0.15 Wellenzahlen, auch wenn noch keine Berührung der Linienränder durch das Auge wahrgenommen wird.

Zuweilen zeigen die Messungen einer Komponente Abweichungen voneinander, obwohl keine Störung sichtbar ist. Diese liegt dann wahrscheinlich innerhalb des Auflösungsvermögens des Spektrographen und macht sich in den verschiedenen Ordnungen und bei ungleichen Feldstärken in verschiedener Weise geltend. Das Auflösungsvermögen ist nämlich im Verhältnis zur verlangten und erreichten Genauigkeit der Resultate sehr gering. In der ersten Ordnung des Spektrums beträgt es in der Lage der 3000 resp. 4000 A. E. 0.31 resp. 0.23 Wellenzahlen. Die Messungen

sind in der Mehrzahl bei ca. 25000 Gauß gemacht worden, die Resultate sind dagegen auf 100000 Gauß Feldstärke reduziert. Diese Reduktion muß auch mit dem Auflösungsvermögen vorgenommen werden, um einen Einblick in seine Wirkung auf das Resultat zu erlangen. Die Reduktion ergibt 1.24 resp. 0.92 Wellenzahlen.

Die Resultate sind bewertet und danach mit g, m, s bezeichnet worden, wobei die Fehler im Durchschnitt auf 0.05, 0.10, 0.17 Wellenzahlen zu schätzen sind.

Die Haupttabelle.

Die Tabelle enthält in ihrer ersten Kolonne die Wellenlängen λ, meist nach den Messungen von Clodius[1]), auf ganze hundertstel abgerundet, in Angström'schen Einheiten (1 A. E. $= 10^{-8}$ cm). Diese Einheit ist immer benutzt, auch in der Formel für die Aufspaltung: $\frac{\Delta\lambda}{\lambda^2 H} 10^{13}$, wo H die magnetische Feldstärke in Gauß bedeutet.

Hinter der Wellenlänge ist angegeben, ob die Linie im Bogenspektrum oder im Funkenspektrum intensiver ist, oder in beiden gleich. Dafür dienen die Buchstaben B, F und C als Abkürzungen. Die Angaben stammen aus den Wellenlängentabellen der Herren Exner und Haschek, wo das Verhältnis der Intensitäten noch genauer zu ersehen ist.

Die Kolonnen 2 und 3 geben unter s resp. p die Aufspaltungen der elektrisch senkrecht resp. parallel zum Magnetfeld schwingenden Komponenten an. Und zwar sind die Aufspaltungen von einem gemeinsamen Nullpunkt aus gerechnet, und ihre Größe ist $\frac{\Delta\lambda}{\lambda^2 H} 10^{13}$, des 10^5fache der spezifischen Aufspaltung. Dahinter ist die Qualität der Messung angegeben, und zwar in drei Graden s schlecht, m mittelmäßig, g gut. Schließlich folgt die Intensität i. Ein Zusammenhang zwischen den Intensitätsangaben verschiedener Spektrallinien besteht nicht.

Die 4. Kolonne gibt an, wie die Linie sich verhält, wenn die Selbstinduktion im Funkenkreis fortgelassen, die Kapazität beibehalten ist, sodaß die Funkenentladung aperiodisch wird.

In der fünften Kolonne finden sich verschiedene Bemerkungen, die sich auf reguläre Aufnahmen mit günstigster Linienschärfe beziehen. Auch sind hier die abweichenden Resultate Herrn Babcock's nach einer vergrößernden Reduktion um 2.9 % (s. pag. 18) eingetragen.

---

1) Clodius, Diss. Bonn, 1906; Kayser, Spektroskopie Bd. 5.

$$\frac{\pm \Delta\lambda}{\lambda^2 H} 10^{13}$$

λ	s	i	p	i	Ohne Selbstindukt.	
4756.30	∓ 5.06 𝔰	1	0	2		breit.
4752.27	4.80 𝔰	1	0	2		
4737.54	5.32 𝔰	1	0	2	scharf	
4652.34 B					scharf	complex.
4651.46 B	6.89 𝔰	2	∓ 4.68 m	3	scharf	nach Babcock (korrigiert) tritt
	2.22 m	2	0	3		hinzu $s \mp 12.10$.
4646.35 B					sehr scharf	complex.
4626.36 B	11.77 g	1	∓ 4.75 g	2	sehr scharf	
	7.14 m	1				
4619.71 B	7.02 𝔰	1	0	2	scharf	
4616.30 B	7.99 m		∓ 2.98 m		scharf	s-Komponenten complex.
4613.54 B	11.83 g	1	0	2	sehr scharf	haarscharf.
4600.93 B	7.56 m		∓ 1.94 m		zieml. scharf	s-Komponenten complex.
4595.76 B	4.79 𝔰	1	0	2		unscharf.
4591.57 B	9.78 𝔰	1	0	2	diffuser	gestört.
4588.37 F	4.71 m		0		diffus	complex.
4580.24 B		1	∓ 2.29 𝔰	3	scharf	nach Babcock (korrig.) $s \mp 11.56$
	9.44 𝔰	2	0	5		dazu.
	7.14 m	3				[24000 Gauß.
4571.83 B	5.20 𝔰		+ 0.66			rote Komponente stärker. ca.
4558.82 F	5.23 𝔰	1	0	2		complex. [complex.
4546.13 B	8.97 g		∓ 1.25 g		scharf	s-Komponenten breiter, also
4544.78 F	?		0			sehr enges Triplet. Babcock
4526.61 B	6.19 g		— 0.56 g		scharf	ca. 24000 Gauß. [$s \mp 1{,}70$, p 0.
4497.03 C						complex.
4403.67 C	4.50 𝔰	1	0	2		
4387.66 B	4.91 𝔰		— 0.80 𝔰			ca. 24000 Gauß.
4385.15 B	6.70 𝔰		∓ 2.47 m		scharf	s-Komponenten complex.
4375.50 B	4.08 𝔰	1	0	2	scharf	
4374.37 C	?		∓ 3.10 𝔰			Babcock (korrigiert) dazu
4373.43 B	14.42 𝔰		∓ 7.28 m		scharf	[$s \mp 8.77$; $s \mp 3.76$.
	7.28 m		0	2		
	0					
4371.45 B	6.30 𝔰		∓ 3.09 𝔰		scharf	s-Komponenten complex.
4363.31 B	3.81 m	1	0	2	scharf	
4359.81 B	9.49 𝔰	1	∓ 4.70 m	3	sehr scharf	
	7.31 𝔰	1	∓ 2.37 𝔰	1		
	4.70 m	1				
	2.37 𝔰	1				
4351.96 B	5.76 𝔰	1	0	2	sehr scharf	complex.
4351.22 B	7.15 g	2	∓ 7.15 g	3	sehr scharf	
	0	3				
4344.67 C						complex.
4339.62 C						complex.
4337.73 B	?	1	∓ 2.30 m	3	scharf	Babcock (korrigiert) $s \mp 6.89$;
	?	2	0	3		$s \mp 4.63$ dazu.
	2.30 m	3				
4297.90 C	4.18 𝔰	1	0	2	scharf	
4295.91 B	7.85 m	1	0	2	scharf	
4289.90 C	12.50 𝔰	1	∓ 3.09 m	5	scharf	Babcock complex $s \mp 8.51$; p 0.
	10.92 𝔰	2	∓ 1.56 g	6		

λ	s	i	p	i	Ohne Selbstindukt.	
	∓ 9.37 m	3	0	7		
	7.83 m	4				
	6.29 g	5				
4274.97 B	9.29 g	1	0	2	scharf	Selbstumkehr der Mittelkom- [ponente.
4254.50 C	?		∓ 3.55 ʒ		scharf	nach Babcock (korrigiert) complex $s \mp 7.17$; p 0.
	?		∓ 2.37 ʒ			
	?		∓ 1.19 ʒ			
	?		∓ 0			
	?					
	?					
	4.70 ʒ					
4242.51 F	5.27 ʒ	1	0	2	scharf	
4240.87 C	7.73 ʒ		∓ 2.80 ʒ			Babcock gibt $s \mp 5.35$; p 0.
4165.68 F	4.41 ʒ	1	0	2	scharf	
4163.79 F	5.34 ʒ	1	0	2	etwas diffus	
4161.59 F	4.85 ʒ	1	0	2	etwas diffus	
4001.59 C	4.92 m	1	0	2	scharf?	
3992.99 C	7.90 g	1	0	2	scharf	
3990.13 C	5.39 ʒ	1	0	2	zieml. scharf	Babcock gibt (korrigiert) s {∓10.38 / . . . . / . . . .} $p \mp 4.13$
3969.90 F	10.09 ʒ		∓			
	4.24 ʒ		?			
3963.84 F	5.20 ʒ	1	0	2		complex?
3941.64 B	7.06 g	1	0	2	scharf	
3928.80 B	7.04 g	1	0	2	scharf	
3921.19 B	7.02 g	1	0	2	scharf	
3919.32 B	7.08 g	1	0	2	scharf	
3916.40 B	7.05 g	1	0	2	scharf	
3908.90 B	7.12 g	1	0	2	scharf	
3903.09 C	7.04 m	1	0	2	scharf	
3894.19 C	6.96 g	1	0	2	scharf	
3886.93 C	7.07 g	1	0	2	scharf	
3885.36 B	7.06 g	1	0	2	scharf	
3883.41 F	7.08 g	1	0	2	scharf	
3804.94 B	7.07 g	1	0	2	scharf	
3744.03 B	6.20 ʒ	1	0	2	scharf	
3677.79 F	6.88 ʒ	1	0	2	scharf	
3650.54 F	4.70 ʒ	1	0	2	scharf	
3648.70 B	6.60 ʒ	1	0	2	scharf	
3644.84 F	6.65 ʒ	1	0	2	scharf	
3643.35 F	6.72 ʒ	1	0	2	scharf	
3642.01 C		1		2	scharf	derselbe Typ wie die beiden vorher?
3639.97 C	5.32 ʒ	1	0	2	breit	
3636.75 B	6.44 ʒ	1	∓ 3.76 ʒ	3	etwas diffus	
	0	4				
3631.76 F	7.97 ʒ	1	0	2	diffus	gestört. complex.
3605.49 B	12.55 ʒ	1	∓ 3.08 m	5	sehr scharf	
	10.97 ʒ	2	∓ 1.58 g	6		
	9.32 m	3	0	7		
	7.75 m	4				
	6.25 g	5				
3593.64 B	9.22 g	1	0	2	scharf	Selbstumkehr der Mittelkom- [ponente.
3578.84 B	compl.		∓ compl.		scharf	complex.
	4.50 ʒ					
3433.45 F	9.50 m	1	∓ 3.78 m	3	diffuser	
	1.70 ʒ	2				
3422.90 F	7.53 ʒ	1	∓ 3.40 m	2	diffus	
	5.54 ʒ	2	∓ 1.10 ʒ	2		

λ	s	i	p	i	Ohne Selbstindukt.	
	∓3.40 m	3				
3421.36 F	6.71 g		∓6.71 g		diffus	
3408.91 F	4.37 s		0		diffus	complex. Kante gemessen.
3403.46 F	9.79 g	1	∓4.31 g	4	diffus	
	6.99 m	2				
	4.31 g	1				
3402.53 F						unverändert.
3395.77 F	4.31 s	1	0	2	sehr diffus	
3394.44 F						} dissymetrische Triplets.
3393.98 F						
3393.12 F	8.49 m	1	∓2.81 m	4	diffuser	rote Kompon. $s-8.49$ stärker.
	2.81 m	3				
3391.54 F	12.78 g	1	∓4.24 m	4	diffus	
	4.24 m	3				
3382.82 F	6.91 g		∓3.00 m		diffus	s-Komponenten complex.
3379.96 F	6.46 s		+ 0.39			Dissymetrie } siehe
3379.51 F	7.23 s		0		diffus	rote s-Komp. stärker } Seite
3378.48 F	7.05 s		0		diffus	violette s-Komp. stärker } 41
3368.18 F	4.56 s		0		diffus	complex. Kante gemessen.
3361.91 F	6.83 s	1	0	2	diffus	
3360.44 F	6.64 g	1	0	2	diffus	
3358.64 F	5.75 s	1	∓3.26 m	3	diffus	
	?	2	∓0.91 s	3		
	3.26 m	3				
3357.54 F	5.09 m	1	0	2	diffus	
3353.24 F	8.57 s	1	0	2	diffus	
3347.97 F	10.18 m	1	∓4.55 m	3	diffus	
	0.99 s	2				
3342.72 F	6.90 m		∓2.70 s		etwas diffus	s-Komponenten complex.
3339.94 F	10.00 m	1	∓4.21 m	4	diffus	gestört.
	7.10 m	2				
	4.21 m	1				
3336.47 F	7.44 g		∓7.44 g		diffus	
3335.51 F	4.52 s	1	0	2	diffus	roter Trabant, dessen Abstand im Felde wächst.
3328.48 F	12.90 g	3	∓4.25 m	4	diffus	
	4.25 m	1				
3314.77 F	4.53 s	1	0	2	sehr diffus	
3312.10 F	4.23 s	1	0	2		
3310.86 F	4.81 s	1	0	2	sehr diffus	
3307.21 F	4.62 s	1	0	2	sehr diffus	
3295.56 F	5.16 g	1	0	2	diffus	scharf.
3291.90 F	6.16 m	1	∓3.04 m	1	etwas diffus	Typo Na 5890.
3270.35 F	4.74 m	1	0	2	diffus	
3264.42 F	3.85 m	1	0	2	diffus	
3238.64 F	4.67 m	1	0	2	diffus	
3234.20 F	4.23 m	1	0	2	diffus	
3219.29 F	6.25 s	1	0	2	diffus	
3217.51 F	3.43 m	1	0	2	diffus	
3216.70 F	3.88 m	1	0	2	diffus	
3209.31 F	4.57 m	1	0	2	mäßig scharf	siehe Seite 42.
Trabant	5.47 s	1	0	2		wandernder Trabant.
3197.21 F						
Trabant?						
3183.43 F	4.64 s	1	0	2	diffus	
3180.83 F	5.13 m	1	0	2	diffus	complex.
3172.21 F	7.30 s	1	0	2	diffus	p-Komp. breit, complex?
3152.31 F	6.10 s	1	0	2	diffus	p-Komp. breit, complex?

λ	s	i	p	i	ohne Selbstindukt.	
3147.35 F	∓ 6.01 m		∓ 2.50 𝔰		diffus	*s*-Komponenten complex.
3140.31 F	6.63 𝔰	1	0	2	diffus	
3136.81 F	5.72 m		∓ 3.73 m		diffus	*s*-Komponenten complex.
3134.45 F	4.52 m	1	0	2	diffus	
3132.18 F	5.48 g	1	0	2	diffus	wahrscheinlich complex. breit
3128.81 F	7.54 𝔰	1	∓ 5.63 𝔰	5	sehr diffus	
	3.70 𝔰	1				
	0	3				
3125.09 F	4.97 𝔰	1	0	2	sehr diffus	complex.
3122.72 F	5.86 g	1	0	2	diffus	scharfer Triplet.
3120.49 F	4.15 g	1	0	2	diffus	complex.
3118.77 F	2.57 𝔰		∓ —		diffus	
	?					
3107.70 F	6.17 𝔰	1	0	2	breiter	breit
3103.60 F	3.37 𝔰	1	0	2	diffus	breit
3096.02 F	5.00 𝔰	1	0	2	diffus	breit
3093.61 F	6.06 𝔰	1	0	2	diffus	complex?
3053.99 B	5.57 m	1	0	2		breit complex?
3050.24 F	4.97 g	1	0	2	sehr diffus	complex?
3041.86 F	4.25 m	1	0	2		complex?
3040.95 F	4.33 m	1	0	2	sehr diffus	complex.
3037.16 B	6.67 𝔰		∓ 2.46 m		scharf	*s*-Komponenten complex.
3034.30 B	7.48 𝔰	1	0	2	diffus	
3033.05 F	5.46 𝔰	1	0	2	diffus	complex.
3031.47 B	13.57 𝔰		∓ 6.40 𝔰		scharf	gestört.
	6.40 𝔰		0			
	0					
3030.36 B	6.32 𝔰		∓ 2.74 𝔰		diffus	*s*-Komponenten complex.
3028.23 F	3.93 m	1	0	2	sehr diffus	breit
3026.81 F	5.03 m	1	0	2	sehr diffus	etwas breit
3024.47 B	6.59 𝔰	1	∓ 1.60 m	1	scharf	*s*-Komp. sind breit compli-
3021.68 B	5.47 g	1	0	2	wenig diffus	complex ciert?
3020.83 B	6.93 m	2	∓ 6.93 m	2	sehr scharf	gestört
	0	3				
3018.6 B	?	1	∓ 4.41 𝔰	2	wenig diffus	
	?	1				
3017.69 C	5.05 g	1	0	2	diffus	complex
3015.62 F	5.37 m	1	0	2	breiter	diffus oder complex.
3013.84 B	5.43 m	1	0	2	wenig diffus	
3013.15 B	11.70 m	1	0	2	sehr scharf	
3005.17 B	7.02 g	1	0	2	sehr scharf	
3004.04 F	4.86 𝔰	1	0	2	diffus	
3001.10 B	7.00 g	1	0	2	sehr scharf	
2998.91 B	7.99 𝔰	1	0	2	diffus	
2996.69 B	7.00 g	1	0	2	sehr scharf	
2992.60 F	7.79 𝔰	1	0	2	sehr diffus	
2992.02 B	7.08 m	1	0	2	sehr scharf	
2989.30 F	3.12 m	1	0	2	ganz diffus	complex? breit.
2988.78 B	5.95 𝔰		0			complex.
2986.59 B	7.04 g	1	0	2	sehr scharf	
2986.12 C	7.07 g	1	0	2	sehr scharf	
2985.96 B	7.20 𝔰	1	0	2	sehr scharf	
2985.44 F	4.51 g	1	0	2	diffus	breit.
2980.91 B	7.10 m	1	0	2	sehr scharf	
2979.89 F	5.29 g	1	0	2	diffus	complex.
2976.83 F	6.77 𝔰		∓ ?		diffus	breit.
2975.60 B	7.08 g	1	0	2	sehr scharf	

λ	s	i	p	i	ohne Selbstindukt.	
2972.03 F	∓ 5.70 g	1	0	2	diffus	
2971.22 B	7.06 m	1	0	2	sehr scharf	
2967.76 B	7.02 g	1	0	2	sehr scharf	
2966.16 F	5.33 m	1	0	2	diffus	breit
2961.84 F	6.36 m		∓ 3.50 𝔰		diffus	sehr compliciert
2953.81 F	4.16 𝔰	1	0	2	diffus	klares Triplet
2953.47 F	6.32 m		∓ 6.32		diffus	
2946.93 F	5.00 𝔰	1	0	2	diffus	
2942.05 F	5.07 𝔰	1	0	2	diffus	
2940.36 F	4.09 𝔰	1	0	2	diffus	
2935.26 F	5.41 𝔰	1	0	2	diffus	sehr breit
2934.11 F	3.32 𝔰	1	0	2	diffus	breit
2930.96 F	8.92 𝔰	1	∓ 2.81 m	4	sehr diffus	
	2.81 m	3				
2929.55 F	7.04 𝔰	1	0	2	ganz diffus	breit
2928.45 F	4.03 𝔰	1	0	2	diffus	breit
2927.20 F	5.19 m	1	0	2	diffus	
2921.93 F	4.34 𝔰	1	0	2	breiter	breit
2921.35 F	4.89 𝔰	1	0	2	diffus	breit
2911.82 F	4.36 𝔰	1	0	2	sehr diffus	
2909.16 B	7.10 𝔰	1	0	2	scharf	
2905.59 B	7.01 𝔰	1	0	2	sehr scharf	
2898.62 F	5.26 g	1	0	2	diffus	
2897.81 F	5.01 𝔰	1	0	2	diffuser	unscharf
2893.36 B	7.04 𝔰	1	0	2	sehr scharf	
2889.96 F	6.40 𝔰	1	0	2	diffus	
2888.85 F	6.10 𝔰	1	0	2	diffus	
2887.88 F	3.70 𝔰	1	0	2	sehr diffus	
2887.10 B	7.03 m	1	0	2	sehr scharf	
2881.00 F	7.06 m	1	0	2	diffus	
2878.55 F	9.12 𝔰	1	0	2	ganz diffus	
2878.09 F	9.70 𝔰	1	0	2	sehr diffus	p-Komponente breit. complex.
2876.10 F	6.70 𝔰	1	0	2	diffus	
2870.54 F	6.38 g	1	0	2	diffus	breit
2867.75 F	9.40 g	1	∓ 6.32 g	1	diffus	
2867.20 F	5.80 m	1	0	2	zieml. scharf	
2866.86 F	10.70 m	2	∓ 5.58 m	7	sehr diffus	
	6.85 m	3				
	3.33 g	2				
2865.22 F	6.85 𝔰		∓ 3.69 𝔰		diffus	s-Komponenten complex
2862.67 F	6.96 m		∓ 2.65 𝔰		diffus	s-Komponenten complex
2861.05 F	10.25 g		∓ 5.31 g		etwas breiter	
	0					
2859.02 F	7.07 m		∓ 2.23 𝔰		fraglich	s-Komponenten complex
2858.80 F	5.79 𝔰	1	0	2	diffus	
2857.51 F	7.07 g	1	0	2	diffus	
2856.87 F	7.10 g	1	0	2	diffus	
2855.78 F	?		∓ ?			
	6.74 𝔰	1	∓ ?			
	4.35 𝔰	2				
	2.32 m	3				
2851.46 F	4.25 m	1	0	2	diffus	complex
2849.95 F	4.20 𝔰	1	0	2	fraglich	complex Kante gemessen
2849.44 F	6.06 𝔰	1	0	2	etwas diffus	
2846.50 F	6.48 𝔰	1	0	2	breiter	
2843.35 F	4.33 𝔰	1	0	2	diffus	complex Kante gemessen
2840.11 F	4.53 m	1	0	2	diffus	

λ	s	i	p	i	ohne Selbstindukt.	
2838.90 F	∓ 6.75 m	1	0	2	etwas diffus	
2836.59 F	5.35 m	1	0	2	diffuser	
2835.75 F	3.92 ʒ	1	0	2	diffus	complex
2834.40 F	4.38 ʒ	1	0	2	sehr diffus	complex
2832.59 F	4.78 m	1	0	2	diffus	breit
2830.58 F	4.87 g	1	0	2	diffus	complex
2822.48 F	5.13 m	1	0	2	diffus	complex
2822.14 F	3.72 m	1	0	2	sehr diffus	complex
2818.46 F	4.36 m	1	0	2	diffus	breit
2816.92 F	7.12 ʒ	1	0	2	etwas diffus	
2812.39 F	4.80 g	1	0	2	diffus	breit
2800.88 F	5.10 m	1	0	2	diffus	breit
2792.26 F	5.53 m	1	0	2	breiter	breit
2787.72 F	7.28 m	1	0	2	etwas diffus	
2786.58 F						zu eng. ungetrennt
2785.80 F	4.85 m	1	0	2	diffus	breit
2782.48 F					diffus	enges Triplet
2780.79 B	4.46 ʒ	1	0	2	breiter	breit
2778.19 F	5.07 ʒ	1	0	2	diffus	breit
2774.56 F	4.47 ʒ	1	∓ 4.47	1		unsicher
2773.42 F	8.10 ʒ	1	0	2	zieml. scharf	
2768.68 F	5.01 ʒ	1	0	2	breiter	breit
2766.64 F	5.98 ʒ	1	0	2	diffus	complex
2762.69 F	4.92 ʒ	1	0	2	diffus	complex. Kante gemessen
2759.48 F	6.32 ʒ	1	0	2	diffus	
2759.08 F	5.37 ʒ	1	0	2	sehr diffus	
2757.81 F	9.58 ʒ	1	∓ ?	3	etwas diffus	
	6.00 ʒ	2	∓ ?	3		
	2.56 m	3				
2756.39 F	4.77 ʒ	1	0	2	diffus	
2751.96 F	7.82 m		∓ 1.58 ʒ		diffus	*s*-Komponenten complex
2750.83 F	8.26 m		∓ 2.22 ʒ		sehr diffus	*s*-Komponenten complex
2749.08 F	12.44 ʒ	1	∓ 3.46 ʒ	3	sehr diffus	
	10.10 ʒ	1				
	7.57 ʒ	1				
2743.75 F	13.57 ʒ	1	∓ 2.11 m	4	diffus	
	8.96 g	4				
2742.12 F	8.85 g	1	0	2	diffus	
2740.20 F	8.31 m	1	0	2	scharf	
2732.00 B	9.25 ʒ	1	0	2	scharf	
2727.40 F	5.58 ʒ	1	0	2	diffus	breit
2726.60 B	6.32 ʒ	1	0	2	diffus	
2724.12 F	5.11 ʒ	1	0	2	diffus	
2723.69 F	5.69 ʒ	1	0	2	diffus	
2722.84 F	?	1	∓ 2.30 ʒ	5	scharf	
	6.50 m	4				
2717.62 F	14.63 ʒ	1	0	2	zieml. scharf	
2712.40 F	7.25 m	1	0	2	diffus	
2711.01 F	4.86 m	1	0	2	sehr diffus	
2709.41 F	2.95 ʒ		0 ?		diffus	
2708.90 F	4.74 ʒ	1	0	2	diffus	
2703.90 F	9.00 ʒ	1	0	2	wenig diffus	
2703.61 F	4.86 ʒ	1	0	2	breiter	breit
2698.78 F	4.76 ʒ	1	0	2	diffus	
2698.50 F	7.09 m	1	0	2	etwas diffus	
2698.00 F	4.73 m	1	0	2	diffus	
2693.62 F	4.15 ʒ	1	0	2	diffus	

λ	s	i	p	i	ohne Selbstindukt.	
2691.13 F	∓ 6.99 g	1	0	2	diffus	scharf
2688.40 F	3.22 §	1	0	2	sehr diffus	
2687.18 F	7.73 g	1	0	2	wenig diffus	
2678.88 F	6.71 g	1	0	2	sehr breit	breit
2677.25 F	7.35 g	1	0	2	sehr diffus	breit
2672.91 F	7.22 g	1	0	2	breiter	breit
2671.89 F	7.04 g	1	0	2	breiter	breit
2668.80 F	11.57 §	1	∓ 2.96 §		diffus	
	5.66 g	4				
2666.11 F	6.97 g	1	0	2	breiter	breit
2663.75 F	15.35 §	1	0	2	diffus	
2663.50 F	6.95 g	1	0	2	breiter	breit
2661.81 F	7.74 §	1	0	2	scharf	
2658.67 F	12.12 §	1	∓ 3.63 §			
	4.96 g	3				
2653.66 F	6.55 g	1	0	2	breiter	breit

Die Empfindlichkeit der photographischen Platte reicht noch weiter ins violette Gebiet des Spektrums hinein. Bei der letzten gemessenen Linie findet aber ein Sprung in der Intensität der Chromlinien statt. Es folgen nur noch sehr schwache Linien.

Vergleichung der Resultate verschiedener Beobachter.

Die Resultate der verschiedenen Beobachter weichen mehr von einander ab, als durch die unvermeidlichen unregelmäßigen Fehler erklärt werden kann. Da die Abweichungen einseitig nach einer Richtung zu fallen pflegen, ist es möglich die Übereinstimmung durch konstante prozentuale Zuschläge zu vergrößern. Der konstante Faktor, der eine Beobachtungsreihe in die andere überführen soll, wurde mit Hilfe der am genauesten gemessenen Linien bestimmt.

Die Tabelle enthät 20 Aufspaltungen der besten Linien, die sowohl Herr Babcock[1]), wie der Verfasser ausgemessen haben. Unter Δ die Abweichungen der Messungen voneinander. Unter Δ' die Abweichungen, nachdem Herrn Babcock's Werte mit 1.029 reduziert sind. Der Faktor $x = 1.029$ ist dadurch bestimmt, daß er $\Sigma(S_R - xS_B)^2$ = Minimum macht, wo S_R und S_B die Aufspaltungen nach Richter resp. Babcock sind. Man müßte also Babcock's Werte um 2.9 % vergrößern, um bessere Übereinstimmung mit denen des Verfassers zu erhalten. Der Erfolg ist folgender: Die Linien von 4756 A. E. bis 3744 A. E. der Tabelle

1) H. D. Babcock, Astroph. Journ. 33. 1911.

sind ebenfalls von Herrn Babcock gemessen. Davon haben 32 Aufspaltungen die Qualität 𝔰 (siehe pag. 11), 16 die Qualität 𝔪, und 21 Aufspaltungen die Qualität 𝔤. Nachdem die Korrektion um 2.9 % vorgenommen war, wurde aus den noch restierenden Abweichungen für jede der drei Qualitätsklassen 𝔰, 𝔪 und 𝔤 einzeln

Tabelle

λ	Richter	Babcock	Δ	Babcock corrigiert	Δ'
4626.36	11.77	11.50	+ 27	11.83	— 06
	7.14	6.85	+ 29	7.04	+ 10
	4.75	4.65	+ 10	4.78	— 03
4613.54	11.83	11.60	+ 23	11.93	— 10
4546.13	8.97	8.85	+ 12	9.11	— 14
	1.25	1.40	— 15	1.44	— 19
4351.22	7.15	7.00	+ 15	7.20	— 05
4274.97	9.29	8.90	+ 39	9.16	+ 13
3941.64	7.06	6.85	+ 21	7.04	+ 02
3928.80	7.04	6.78	+ 26	6.94	+ 10
3921.19	7.02	6.78	+ 24	6.94	+ 08
3919.32	7.08	6.80	+ 28	7.00	+ 08
3916.40	7.05	6.90	+ 15	7.10	— 05
3908.90	7.12	6.78	+ 34	6.97	+ 15
3903.09	7.04	6.90	+ 14	7.10	— 06
3894.19	6.96	6.88	+ 08	7.08	— 12
3886.93	7.07	7.00	+ 07	7.20	— 13
3885.36	7.06	6.83	+ 23	7.03	+ 03
3883.41	7.08	6.85	+ 23	7.04	+ 04
3805.00	7.07	7.00	+ 07	7.20	— 13

Tabelle

λ	Richter	Miller	Δ	Miller corrigiert	Δ'
4626.36	4.75	4.77	— 02	4.69	+ 06
4546.13	8.97	9.00	— 03	8.85	+ 12
4274.97	9.29	9.40	— 11	9.24	+ 05
3928.80	7.04	7.23	— 19	7.11	— 07
3921.19	7.02	7.26	— 24	7.14	— 12
3908.90	7.12	7.10	+ 02	6.98	+ 14
3986.93	7.07	7.17	— 10	7.03	+ 04
3885.36	7.06	7.21	— 15	7.09	— 03
3883.41	7.08	7.27	— 19	7.15	— 07
3805.00	7.07	7.23	— 16	7.11	— 04
3593.64	9.22	9.35	— 13	9.23	— 01
3421.33	6.71	6.97	— 26	6.85	— 14

eine mittlere Abweichung nach Art der mittleren Beobachtungsfehler berechnet. Diese Abweichung ergab sich für 𝔰 ∓ 0.18,

m $\mp$ 0.16 und für g $\mp$ 0.10. Die Linie *Zn* 4680 hat die Aufspaltung $\mp$ 9.38, sodaß $\mp$ 0.09 bei dieser Linie 1 % bedeutet. Das gibt eine Vorstellung von der Größe der Übereinstimmung. Die Feldbestimmungen sind von Herrn Babcock mit Hilfe einer Wismutspirale ausgeführt worden, und die von Herrn Babcock angegebene Genauigkeit ist 1 bis 2 %.

Eine durch obige Korrektion nicht erledigte Meinungsverschiedenheit besteht inbetreff der Linie *Cr* 4240,87. Und ebenso betreffs *Cr* 3969.21. Diese Linie fehlt in Tabelle wegen Störung und Lichtschwäche; nach Exner und Haschek ist die Intensität 2 (2). Nach Babcock (korrigiert) sind die Aufspaltungen $s \mp 6.07$; $p \mp 2.88$ bei unsymmetrischer Intensität der Komponenten. Herr Miller[1]) (korrigiert, siehe unten) gibt $s \mp 5.50$; $p \mp 3.52$ an, obwohl Herr Miller viel stärkere Linien ausläßt. Es existiert die Linie *Ca* 3968.82 mit den Aufspaltungen $s \mp 6.25$; $p \mp 3.13$ und der Intensität 300 (500), sie befindet sich von Calciumbeimengungen herrührend auf sämtlichen Photogrammen des Verfassers. Verfasser hält es daher für wahrscheinlich, daß die fraglichen Messungen Herrn Babcocks und Herrn Millers an *Ca* 3968.82 ausgeführt worden sind.

Auf die oben beschriebene Weise sind auch die Resultate Herrn Millers[1]) mit denen des Verfassers verglichen und korrigiert; und zwar mußten sie um 1.7 % verkleinert werden, um eine bessere Übereinstimmung zu geben. Herr Miller bestimmte die Stärke des Magnetfeldes ebenso wie der Verfasser mittels *Zn* 4680. Nur mit dem Unterschied, daß Herr Miller Chrom und Zink gleichzeitig im Funken hatte. Auf die dabei mögliche Störung ist oben (pag. 9) hingewiesen worden. Bei einer vereinzelten Untersuchung der Größe dieser Störung, bei 24280 Gauß, wurde der Abstand der Komponenten voneinander, in der Linienmitte gemessen, um 1 % zu klein gefunden. Darauf basierte Angaben über Zeemaneffekt an Chrom wären also in der Regel um 1 % zu groß geworden. Nach den Enden der Zinklinie zu, wo die Intensität nachläßt, wurde die Störung schwächer und der Komponentenabstand größer. (Stigmatische Abbildungen inhomogener Magnetfelder liefern umgekehrt eine Verengerung nach dem Rande zu.) Man könnte Herrn Millers abweichende Resultate zum Teil durch diese Art der Feldbestimmung erklären. Im übrigen finden sich zahlreiche grobe Abweichungen.

---

1) W. Miller, Diss. Göttingen, 1907. Ann. d. Phys. 24. 1907.

Herr W. Hartmann[1]) berechnete, daß seine Werte um 7.7% vergrößert werden müßten, um mit den Millerschen gut übereinzustimmen.

Die älteste Arbeit über Chrom stammt von Herrn J. E. Purvis[2]). Sie behandelt dasselbe Gebiet des Spektrums, welches Verfasser in Angriff genommen hat, kommt aber nicht soweit was Intensität und Auflösungsvermögen betrifft. Die Übereinstimmung ist äußerst gering, sie wird am besten, wenn man Herrn Purvis Werte um 30% vergrößert. Die restierenden Abweichungen bleiben aber sehr bedeutend, und überhaupt ist dieser Verbesserungszuschlag viel zu groß, als daß man ihn anwenden dürfte. Die Natur der Ursache ist nicht klar, vergl. auf Seite 9 über Störung durch Eisen.

Der Einfluß der Selbstinduktion.

Auf den Zusammenhang zwischen dem Einfluß der Selbstinduktion im Funkenkreis auf die Linienschärfe und der Linienart, — Bogen- oder Funkenlinie — ist schon oben hingewiesen, und die nötigen Notizen sind in der Haupttabelle eingetragen. In der Regel werden die Funkenlinien unscharf, die Bogenlinien bleiben scharf, wenn man die Selbstinduktion im Funkenkreis fortläßt und mit aperiodischen Entladungen arbeitet. Denn wie Tabelle zeigt, werden 169 F-Linien unscharf, 65 B-Linien bleiben scharf, während nur 19 F-Linien scharf bleiben und nur 9 B-Linien unscharf werden, wenn die Entladung aperiodisch wird. Bei der Unsicherheit, die beiden Kriterien anhaftet, können diese Ausnahmen scheinbar sein, und sobald der Charakter einer Linie streng ausgeprägt ist, d. h. die Intensitätsdifferenz zwischen Bogen und Funken groß ist, gilt auch die Regel soweit beobachtet streng. Daß es möglich war, diese Regel aufzustellen, beruht zum großen Teil auf der Zuverlässigkeit der von den Herren Exner und Haschek[1]) gemachten Angaben.

Die Untersuchung des Einflusses der Selbstinduktion zugleich mit dem Zeemaneffekt war aus zwei Gründen lohnend. Erstens gewannen die Beobachtungen der Linienschärfe an Zuverlässigkeit, da sie nicht nur auf einer Linie, sondern auf dem Aussehen mehrerer Komponenten beruhten. Zweitens wurden die Messungen der Aufspaltungen bereichert, da wie gesagt ein großer Teil der Linien

---

1) W. Hartmann, Diss. Halle 1907. Lüttig, Ann. d. Phys. 38 (1912).
2) J. E. Purvis, Proc. Camb. Phil. Soc. 14 (1906).
3) Exner und Hascheck, Tabellen.

scharf bleibt und zugleich durch das Fortlassen der Selbstinduktion an Intensität gewinnt.

Andeutungen von Seriensystemen.

Der Zeemaneffekt hat sich geeignet erwiesen, um die Gesetzmäßigkeiten in der Verteilung der Spektrallinien aufzudecken. Die Beobachtung des Zeemaneffekts an bekannten Serienlinien führte zum Prestonschen[1]) Gesetz. Dieses Gesetz ermöglicht jetzt umgekehrt mit Hilfe des Zeemanphänomens neue Serien zu finden.

Im Spektrum des Chrom hat schon Herr Miller[2]) zwei Gruppen von je drei nahe zusammenliegenden Linien vermessen. Herr Miller hielt die Zerlegungen für Triplets und fand sie paarweis gleich. Die Wellenzahlendifferenzen zwischen den Paaren mit gleicher Aufspaltung sind jedoch nicht konstant in diesem System. Dem Verfasser der vorliegenden Arbeit ist es gelungen, diese Zerlegungen noch weiter zu treiben, ohne daß dadurch Verschiedenheiten bei den von Herrn Miller als Paare erkannten Linien sich zeigten. Auf Grund des Prestonschen Gesetzes ist daher anzunehmen, daß hier zwei Glieder einer dreifachen Serie vorliegen.

Es sind durch meine Arbeit noch mehrere ähnliche Systeme gefunden worden und im folgenden ausführlich beschrieben. Mehr als zwei Glieder konnten bei keinem System gefunden werden, sodaß mathematische Untersuchungen unterbleiben müssen. Es zeigte sich jedoch außer der Gleichheit der Zeemaneffekte einander entsprechender Linien, auch die genaueste Konstanz der Wellenzahldifferenzen, wie sie die bekannten Nebenserien aufweisen.

System I von Triplets mit variierenden Differenzen der Wellenzahlen.

Erstes Triplet:	4289.90	4274.97	4254.50
Zweites Triplet:	3605.49	3593.64	3578.84.

Die entsprechenden Wellenzahlen pro 1 cm, mit eingeklammerten Differenzen sind

23310.6	(81.4)	23392.0	(112.5)	23504.5
27735.5	(91.5)	27827.0	(115.0)	27942.0.

Die Intensitäten nach Exner und Haschek, Tabellen sind in

1) Preston, Nature 59, 1899.
2) W. Miller, Diss. Göttingen 1907, pag. 41.

Bogen (und Funken)

30 (30)   50 (30)   50 (50)
30 (20)   30 (20)   30 (20).

Sämtliche 6 Linien bleiben auch bei aperiodischen Entladungen scharf. Herr Humphreys[1]) hat die Druckverschiebung dieser Linien untersucht, eine Gesetzmäßigkeit läßt sich aber nicht daraus erkennen.

Die 6 Linien sind die stärksten Linien im Chromspektrum. Herr Miller[2]) hat auf ihre Zusammengehörigkeit aufmerksam gemacht und auf die Gleichheit des Zeemaneffekts einander entsprechender Linien. Er gab drei verschiedene Triplets als Zerlegung im Magnetfeld an. Herrn Babcocks[3]) Untersuchungen erstrecken sich nur auf die langwellige Gruppe des Systems. Herr Babcock fand die Außenlinien kompliziert, konnte sie aber nur wie Triplets vermessen. Der Zeemaneffekt der kurzwelligen Linien ist auch jetzt noch nicht vollkommen aufgelöst. 4254 ließ aber wenigstens eine Struktur erkennen, aus der man auf den Typ schließen kann. Die Zerlegungen können zwanglos nach der Rungeschen Regel mit der normalen Zerlegung $a = \mp 4.69$ in Beziehung gesetzt werden, und zwar folgendermaßen:

	s	s	s	s	s	p	p	p
4289 beob.	12.50	10.92	9.37	7.83	6.29	3.09	1.56	0
3605 beob.	12.55	10.97	9.32	7.75	6.25	3.08	1.58	0
	$^8/_3\,a$	$^7/_3\,a$	$^6/_3\,a$	$^5/_3\,a$	$^4/_3\,a$	$^2/_3\,a$	$^1/_3\,a$	
ber.	12.51	10.95	9.38	7.82	6.26	3.13	1.56	

	s	p
4274 beob.	9.29	0
3593 beob.	9.22	0
	$2a$	
ber.	9.38	0

	s	s	s	s	s	s	s	p	p	p	p
4254 beob.	?	?	?	?	?	?	4.70	3.57	2.45	1.15	0
3578 beob.	?	?	?	?	?	?	4.50	?	?	?	?
	$^{10}/_4\,a$	$^9/_4\,a$	$^8/_4\,a$	$^7/_4\,a$	$^6/_4\,a$	$^5/_4\,a$	$^4/_4\,a$	$^3/_4\,a$	$^2/_4\,a$	$^1/_4\,a$	
ber.	11.72	10.56	9.38	8.21	7.04	5.86	4.69	3.52	2.35	1.17	0

1) Humphreys, Astr. Journ. 26, 1907, pag. 18—35.
2) W. Miller l. c.
3) H. D. Babcock l. c.

System II von Triplets mit konstanten Differenzen der Wellenzahlen.

Erstes Triplet: 3422.90 3403.46 3391.54
Zweites Triplet: 3358.64 3339.94 3328.48.

Die entsprechenden Wellenzahlen mit ihren Differenzen, letztere geklammert, sind

29215.0 (166.8) 29381.8 (103.3) 29485.1
29774.0 (166.7) 29940.7 (103.0) 30043.7.

Die Intensitäten der Linien im Bogen (Funken) sind nach Exner und Haschek Tabellen

3 (20) 3 (15) 2 (5)
2 (10) 2 (10) 2 (3).

Sämtliche 6 Linien werden ohne Selbstinduktion im Funkenkreis diffus. Es sind also Funkenlinien mit allen Merkmalen. Der Zusammenhang dieser Linien wurde durch die Gleichheit der Zeemaneffekte je zweier Linien gefunden. Danach wurden die Differenzen der Wellenzahlen gebildet, die als konstant gelten müssen, wenn man einen Fehler von 0.02 A. E. bei der Wellenlängenbestimmung für möglich hält.

Die Darstellung nach der Rungeschen Regel ist nicht eindeutig, sie ist hier in einer Form vorgeschlagen, durch die der Zusammenhang der drei Typen untereinander so einfach wird, wie er es erfahrungsgemäß bei Linien eines Systems zu werden pflegt.

		s	s	sp	p
3422	beob.	7.53	5.54	3.40	1.10
3358	beob.	?	5.75	3.26	.91
		$^{49}/_{30}\,a$	$^{35}/_{30}\,a$	$^{21}/_{30}\,a$	$^{7}/_{30}\,a$
	ber.	7.66	5.47	3.28	1.09

		s	s	sp
3403	beob.	9.79	6.99	4.31
3339	beob.	10.00	7.10	4.21
		$^{21}/_{10}\,a$	$^{15}/_{10}\,a$	$^{9}/_{10}\,a$
	ber.	9.85	7.04	4.22

		s	sp
3391	beob.	12.78	4.24
3328	beob.	12.90	4.25
		$^{27}/_{10}\,a$	$^{9}/_{10}\,a$
	ber.	12.66	4.22.

System III von Linientriplets mit konstanten Differenzen der Wellenzahlen.

Erstes Triplet:	4385.15	4373.43	4351.22
Zweites Triplet:	3037.16	3031.47	3020.83.

Die entsprechenden Wellenzahlen pro 1 cm mit ihren Differenzen (in Klammern) sind:

22804.2	(61.1)	22865.3	(116.8)	22982.1
32925.5	(61.8)	32987.3	(116,2)	33103.5.

Die Intensitäten der Linien nach Exner und Haschek Tabellen sind in Bogen (Funken)

8 (5)	3 (2)	8 (4)
3 (1)	2 (1)	2 (1).

Sämtliche 6 Linien bleiben ohne Selbstinduktion im Funkenkreise scharf, sie tragen also deutlich den Charakter von Bogenlinien.

Der Zeemaneffekt scheint bei einander entsprechenden Linien der gleiche zu sein. Die Linien 4385 und 3037 haben kompliziertere s-Komponenten, deren Auflösung nicht gelang. Die Rungesche Regel kann daher auf jene beiden Linien nicht angewandt werden.

Daß diese 6 Linien in besonderer Weise zusammenhängen, geht aus der guten Übereinstimmung der Wellenzahldifferenzen und der qualitativen Gleichheit der Zeemaneffekte hervor. Die merkwürdigen Abweichungen in der Quantität der Aufspaltungen veranlaßten ausgedehntere Messungen mit denselben Resultaten. Geringe Intensitätsanomalien in der kurzwelligen Liniengruppe zeigen jedoch an, daß hier eine Störung wirksam ist.

Die Zerlegungen sind folgende

	s	p
4385 beob.	6.70	2.47
3037 beob.	6.67	2.46

	s	sp	p
4373 beob.	14.42	7.28	0
3031 beob.	13.57	6.40	0
	$^6/_2\,a$	$^3/_2\,a$	
ber.	14.08	7.04	

	sp	p
4351 beob.	7.15	0
3020 beob.	6.93	0
	$^3/_2\,a$	
ber.	7.04	0.

System IV von Duplets mit konstanten Differenzen der Wellenzahlen.

Erstes Duplet: 3408.91 3382.82
Zweites Duplet: 3368.18 3342.72.

Die dazugehörigen Wellenzahlen und Differenzen (geklammert) sind

19334.9 (226.3) 29561.2
29689.6 (226.1) 29915.7.

Nach Exner und Haschek Tabellen sind die Intensitäten in Bogen (Funken)

3 (20) 2 (10)
3 (20) 2 (10).

Sämtliche 4 Linien sind ohne Selbstinduktion im Funkenkreis unscharf. Es sind also Funkenlinien mit allen Merkmalen.

Die Zerlegungen im Magnetfeld sind nicht vollkommen, aber soweit die gleichen

	s	p
3408 beob.	4.37	0
3368 beob.	4.56	0

	s	p
3382 beob.	6.91	3.00
3342 beob.	6.90	2.70.

System V von Duplets mit konstanten Differenzen der Wellenzahlen.

Erstes Duplet: 2773.42 2759.48
Zweites Duplet: 2740.20 2726.60.

Die entsprechenden Wellenzahlen und ihre Differenzen (geklammert) sind

36056.6 (182.1) 36238.7
36493.6 (182.2) 36675.8.

Die Intensitäten in Bogen (Funken) nach Exner und Haschek Tabellen sind

0 (3) 1 (4)
1 (3) 5 (1).

Ohne Selbstinduktion im Funkenkreise bleiben 2773 und 2740 scharf, aber 2759 und 2726 werden unscharf.

Die Zerlegungen je zweier Linien sind einander gleich

		s	p
2773	beob.	8.10	0
2740	beob.	8.31	0

		s	p
2759	beob.	6.32	0
2726	beob.	6.32	0.

System VI von Quadruplets mit konstanten Differenzen der Wellenzahlen.

Erstes Quadruplet:	4651.46	4626.36	4613.54	4580.22
Zweites Quadruplet:	3029.29	3018.61	3013.15	2998.91.

Die entsprechenden Wellenzahlen mit ihren Differenzen (in Klammern) sind

21498.6 (116.7)	21615.3 (60.0)	21675.3 (157.7)	21833.0
33011.0 (116.8)	33127.8 (60.1)	33187.9 (157.6)	33345.5.

Nach Exner und Haschek Tabellen sind die Intensitäten in Bogen (Funken)

8 (0)	10 (0)	6 (0)	8 (4)
3 (1)	2 (1)	2 (1)	3 (1).

Bei aperiodischen Funkenentladungen bleibt das erste Quadruplet vollkommen scharf. Ebenso 3013 aus dem zweiten Quadruplet. Dagegen wird 2998 diffus und 3018 ein wenig diffus.

Die magnetischen Zerlegungen der ersten vier Linien sind gut beobachtet. Sämtliche Zerlegungen lassen sich als ganze vielfache von $\frac{a}{2}$ darstellen. Diese Eigentümlichkeit und die Kenntnis dreier Molybdänlinien[1]), die, ebenfalls nahe bei einander liegend, die gleichen Zeemaneffekte wie drei von den vier Chromlinien zeigen, gaben die Veranlassung nach einem zweiten Quadruplet zu suchen. Cr 4613 hat in Cr 3013 eine genaue Kopie. An die Wellenzahl von Cr 3013 wurden die aus dem ersten Quadruplet gewonnenen Differenzen additiv und subtraktiv angehängt und so ein zweites Quadruplet gewonnen. Die Wellenlängen auf die man so geführt wird entsprechen sehr genau vorhandenen Chromlinien, deren Zerlegungen jedoch nichts beweisen, da sie zu unvollkommen sind. Zu einer der Molybdänlinien existiert ebenfalls den Messungen Herrn Jacks zufolge eine Kopie nach Violett zu. Man kommt

1) Robert Jack, Ann. d. Phys. 28, 1909 und Diss. Göttingen 1909.

aber durch Anhängen der Differenzen auf keine bekannten Molybdänlinien.

Die Zeemaneffekte sind

	s	s	p	s	p
Cr 4651 beob.	12.18	6.89	4.68	2.22	0
Cr 3029 beob.			?		
Mo 5792 beob.	?	?	4.69	?	0
	$^5/_2\,a$	$^3/_2\,a$	$^2/_2\,a$	$^1/_2\,a$	
ber.	11.73	7.04	4.69	2.35	

	s	s	p	
Cr 4626 beob.	11.77	7.14	4.75	
Cr 3018 beob.	?	?	4.41	s Komp. sind vorhanden aber [schwach
Mo 5689 beob.	[11.21]	[6.77]	4.74	
Mo 4499 beob.	11.33	6.95	4.74	(Bogenlinie nach E. und H.)
	$^5/_2\,a$	$^3/_2\,a$	$^2/_2\,a$	
ber.	11.73	7.04	4.69	

	s	p
Cr 4613 beob.	11.83	0
Cr 3013 beob.	11.70	0
	$^5/_2\,a$	
ber.	11.73	0

	s	s	s	p	p
Cr 4580 beob.	11.56	9.44	7.14	2.29	0
Cr 2998 beob.		7.99		0	
Mo 5570 beob.		9.29	6.91	2.21	0
	$^5/_2\,a$	$^4/_2\,a$	$^3/_2\,a$	$^1/_2\,a$	
ber.	11.73	9.38	7.04	2.35	0.

Die anormalen Zerlegungen.

Alle Zerlegungen mit Ausnahme des Triplets $s = \mp 4.69$ pflegt man als anormale zu bezeichnen. Über das Verhalten der anormalen Zerlegungen hat Herr Runge[1]) eine Regel aufgestellt. Die Rungesche Regel besagt, daß sämtliche Aufspaltungen in einem rationalen Verhältnis zur normalen Aufspaltung $a = \mp 4.69$ stehen. In Formeln ausgedrückt

$$s \text{ und } p = \frac{ma}{n};\; m = 0;\, 1;\, 2;\, 3 \ldots \text{ mit beliebigen Auslassungen}$$
$$n = 1 \text{ oder } 2 \text{ oder } 3 \text{ etc.}$$

1) C. Runge, Phys. Zs. 8, 1907.

Herr Ritz[1]) hat auf Grund seiner theoretischen Erwägungen die Regel gegeben

$$s = m\omega; \qquad m = 0;\ 1;\ 2;\ 3\ \ldots \text{ ohne Auslassung}$$
$$p = n\omega + \omega'; \qquad n = 0;\ 1;\ 2;\ 3\ \ldots \text{ ohne Auslassung.}$$

Über die Rungesche Regel ist zu sagen, daß tatsächlich zahlreiche Aufspaltungen existieren, in denen Zähler m und Nenner n der Formel $\frac{ma}{n}$ so kleine ganze Zahlen sind, daß ein Spiel des Zufalls ausgeschlossen zu sein scheint. Der Nenner n ist also für einen Typ eine der Zahlen 1; 2; 3 etc., die Zähler m sind Zahlen der Reihe 0; 1; 2; 3; ... wobei viele übersprungen werden und über die Art der Auswahl nichts bestimmt ist. Daher enthält die Rungesche Regel eine weitere einfache Beziehung zwischen den Komponenten einer Linie, die aber erfahrungsgemäß vorhanden ist, nicht. Man müßte der Regel dazu die Form s und $p = l\frac{m}{n}a$ geben, wo $l = 0, 1, 2, 3 \ldots$ möglichst ohne Auslassung von 0 an vertreten ist, und m wie n eine Zahl aus der Reihe 1; 2; 3 etc. ist.

Zum Beispiel diene folgender komplizierter Typ Cr 3422.90 $^{49}/_{30}a$; $^{35}/_{30}a$; $^{21}/_{30}a$; $^{7}/_{30}a$ nach Runges Regel. Man könnte, falls die Fehlergrenze es erlaubt ebensogut schreiben

$$^{50}/_{30}a \text{ anstatt } ^{49}/_{30}a.$$

Bei Benutzung der Formel s und $p = l\frac{m}{n}a$ wäre das unmöglich; denn das Schema $7\,^{7}/_{30}a$; $5\,^{7}/_{30}a$; $3\,^{7}/_{30}a$; $1\,^{7}/_{30}a$ würde damit vollständig verändert werden.

Die Ritzsche Regel enthält die Beziehung, welche durch s und $p = l\frac{m}{n}a$ zum Ausdruck kommt. Auf Grund der Rungeschen Regel ergeben sich für die Konstanten ω und ω' der Ritzschen Formeln Werte von der Form $\frac{m}{n}a$. Dadurch, daß es zwei verschiedene Konstanten ω und ω' sind kommt vorzüglich zum Ausdruck, daß die s-Komponenten von ihrem innersten Mitglied häufig dieselben Abstände haben wie die p-Komponenten von dem ihrigen. Als Beispiel diene Cr 3347.97.

s	p	s	
$^{13}/_{6}a$	$^{6}/_{6}a$	$^{1}/_{6}a$	
$\omega' + 2\omega$	ω	ω'	2 Konstanten
13ω	6ω	ω	1 Konstante.

---

1) W. Ritz, Ann. d. Phys. 25, 1908.

Im folgenden ist eine Tabelle gegeben, welche alle brauchbaren Zerlegungen enthält. Es zeigt sich daselbst, daß die Zahlen m und n der Ritzschen Regel zwar nicht immer eine fortlaufende Reihe der Zahlen 0, 1, 2 bilden, daß aber eine gewisse Tendenz dazu vorhanden ist.

	s	s	p	s	p
Cr 4651.46	12.18	6.89	4.68	2.22	0
	$5a/2$	$3a/2$	$2a/2$	$a/2$	0
	$2\omega+\omega'$	$\omega+\omega'$	ω	ω'	0
ber.	11.73	7.04	4.69	2.35	0

	s	s	p
Cr 4626.36	11.77	7.14	4.75
	$5a/2$	$3a/2$	$2a/2$
	$\omega+\omega'$	ω'	ω
ber.	11.73	7.04	4.69

	s	s	s	p	p
Cr 4580.24	11.56	9.44	7.14	2.29	0
	$5a/2$	$4a/2$	$3a/2$	$a/2$	0
	$2\omega+\omega'$	$\omega+\omega'$	ω'	ω	0
ber.	11.73	9.38	7.04	2.35	0

	s	s	sp	sp
Cr 4359.81	9.49	7.31	4.70	2.37
	$4a/2$	$3a/2$	$2a/2$	$a/2$
	$3\omega+\omega'$	$2\omega+\omega'$	2ω $\omega+\omega'$	ω ω'
ber.	9.38	7.04	4.69	2.35

	sp	p
Cr 4351.22	7.15	0
	$3a/2$	0
	ω ω'	0
ber.	7.04	0

	s	s	sp	p	
Cr 4337.73	6.89	4.63	2.30	0	Typ Mo 4992.37
	$3a/2$	$2a/2$	$a/2$	0	
	$2\omega+\omega'$	$\omega+\omega'$	ω ω'	0	
ber.	7.04	4.69	2.35	0	

	s	s	s	s	s	p	p	p
Cr 4289.90	12.50	10.92	9.37	7.83	6.29	3.09	1.56	0
	$8a/3$	$7a/3$	$6a/3$	$5a/3$	$4a/3$	$2a/3$	$a/3$	0
	$4\omega + \omega'$	$3\omega + \omega'$	$2\omega + \omega'$	$\omega + \omega'$	ω'	2ω	ω	0
ber.	12.51	10.95	9.38	7.82	6.26	3.13	1.56	0

	s	p
Cr 4240.87	7.73	2.80
	$13a/8$	$5a/8$
	$\omega + \omega'$	ω
ber.	7.62	2.93

	s	p	s
Cr 3636.75	6.44	3.76	0
	$7a/5$	$4a/5$	0
	$7\omega + \omega'$	4ω	ω'
ber.	6.57	3.75	0

	s	s	s	s	s	p	p	p
Cr 3605.49	12.55	10.97	9.32	7.75	6.25	3.08	1.58	0
	$8a/3$	$7a/3$	$6a/3$	$5a/3$	$4a/3$	$2a/3$	$a/3$	0
	$4\omega + \omega'$	$3\omega + \omega'$	$2\omega + \omega'$	$\omega + \omega'$	ω'	2ω	ω	0
ber.	12.51	10.95	9.38	7.82	6.26	3.13	1.56	0

	s	p	s
Cr 3433.45	9.50	3.78	1.70
	$10a/5$	$4a/5$	$2a/5$
	$2\omega + \omega'$	ω	ω'
ber.	9.38	3.75	1.88

	s	s	sp	p
Cr 3422.90	7.53	5.54	3.40	1.10
	$49a/30$	$35a/30$	$21a/30$	$7a/30$
	$4\omega + \omega'$	$2\omega + \omega'$	3ω ω'	ω
ber.	7.66	5.47	3.28	1.09

	sp
Cr. 3421.36	6.71
	$10a/7$
	ω ω'
ber.	6.70

Eine besonders gute Messung mit enger Fehlergrenze, welche

zeigt, daß $a/7$ als aliquoter Teil zugelassen werden muß, da $6.57 = 7a/5$ außerhalb der Fehlergrenze liegt.

	s	sp
Cr 3393.12	8.49	2.81
	$9a/5$	$3a/5$
	$2\omega + \omega'$	ω ω'
ber.	8.44	2.81

	s	s	sp
Cr 3403.46	9.79	6.99	4.31
	$21a/10$	$15a/10$	$9a/10$
	$4\omega + \omega'$	$2\omega + \omega'$	3ω ω'
ber.	9.85	7.04	4.22

	s	sp
Cr 3391.54	12.78	4.24
	$27a/10$	$9a/10$
	$2\omega + \omega'$	ω ω'
ber.	12.66	4.22

	s	p	s
Cr 3347.97	10.18	4.55	0.99
	$13a/6$	$6a/6$	$a/6$
	$2\omega + \omega'$	ω	ω'
ber.	10.16	4.69	0.78

	sp	
Cr 3336.49	7.44	gute Messung
	$8a/5$	
	ω ω'	
ber.	7.50	

	s	sp
Cr 3328.48	12.90	4.25
	$27a/10$	$9a/10$
	$2\omega + \omega'$	ω ω'
ber.	12.66	4.22

	s	p	
Cr 3291.90	6.16	3.04	Typ. Na 5890
	$4a/3$	$2a/3$	
	ω'	ω	
ber.	6.25	3.13	

	s	p	s	s
Cr 3128.81	7.54	5.63	3.70	0
	$8a/5$	$6a/5$	$4a/5$	0
	$4\omega+\omega'$	3ω	$2\omega+\omega'$	ω'
ber.	7.50	5.63	3.75	0

Diese Chromlinie zeigt den gleichen Zeemaneffekt wie die drei Kobaltlinien [1]) Co 3941.03, 3561.04, 3491.46. Die Kobaltlinien bilden eine Serie, der eine zweite in konstanter Wellenzahldistanz parallel läuft. Auch die Zeemaneffekte der parallelen Serie sind von Herrn Rybar gut beobachtet und unter sich gleich befunden. Es sind die Linien Co 3895.12; 3523.18; 3455.38 mit dem Zeemaneffekt

s	p
$3a/5$	$1a/5$
2.81	0.94.

Die Wellenzahldifferenz ist 298.9. Im Spektrum des Chrom zeigt sich Cr 3118.77 in 102.9 Wellenzahlen Abstand von 3128.81, und zwar auch nach Violett zu wie bei Kobalt, mit dem Zeemaneffekt

s	p
2.57	[unzerlegt].

Möglicherweise ist dies die gleiche Zerlegung wie beim Kobalt.

	p	s	
Cr 2867.75	9.40	6.32	Typ Cd 4678 roter Trabant
	$6a/3$	$4a/3$	Mo 2934.41?
	ω	ω'	
ber.	9.38	6.25	

	s	s	p	s	
Cr 2866.86	10.70	6.85	5.58	3.33	Typ Mo 2930.60
	$18a/8$	$12a/8$	$9a/8$	$6a/8$	
	$2\omega+\omega'$	$\omega+\omega'$	3ω	ω'	
ber.	10.55	7.04	5.28	3.52	

1) St. Rybár, Phys. Zeitschr. 12, 1911.

	s	p	s	
Cr 2861.05	10.25	5.31	0	Typ Mo 2909.20
	$13\,a/6$	$7\,a/6$	0 }	
ber.	10.16	5.47	0 }	
	$20\,a/9$	$10\,a/9$	0 }	
ber.	10.42	5.21	0 }	

Die Runge'sche Regel in der ersten Form würde vermuten lassen, daß $s = 0$ nicht vollkommen zerlegt ist und die Aufspaltung $a/6$ hat; denn alsdann erst würde die Ritz'sche Regel zu der einfachen Form $2\,\omega + \omega'$; ω; ω' führen. Wahrscheinlicher ist jedoch die zweite Form, mit $a/9$ gebildet.

	s	s	s	p
Cr 2749.08	12.44	10.10	7.57	3.46
	$21\,a/8$	$17\,a/8$	$13\,a/8$	$6\,a/8$
	$4\,\omega + \omega'$	$2\,\omega + \omega'$	ω'	$3\,\omega$
ber.	12.31	9.97	7.62	3.52

	s	s	p	
Cr 2743.75	13.57	8.96	2.11	Typ Mo 2683.30
	$29\,a/10$	$19\,a/10$	$5\,a/10$	
	$2\,\omega + \omega'$	ω'	ω	
ber.	13.60	8.91	2.35	

	s	s	p	
Cr 2668.83	11.57	5.66	2.96	
	$20\,a/8$	$10\,a/8$	$5\,a/8$	
	$2\,\omega + \omega'$	ω'	ω	
ber.	11.73	5.86	2.93	
Cr 2658.67	12.12	4.96	3.63	Typ Mo 2602.90
	$26\,a/10$	$11\,a/10$	$8\,a/10$	
	$2\,\omega + \omega'$	ω'	ω	
ber.	12.19	5.16	3.75	

Die Triplets sind größtenteils anormal. Um ein Bild von der Häufigkeit einer Zerlegung zu machen ist Figur 7 beigegeben, in der die Aufspaltung als Abszisse, die Häufigkeit als Ordinate eingetragen ist. Häufungen finden in der Umgebung der normalen Aufspaltung a und besonders ausgeprägt an der Stelle $^3/_2\,a$ statt. Das Triplet $\mp 7{,}04 = \frac{3}{2}\,a$ ist im Spektrum des Chrom sehr zahlreich vertreten. Meist sind es Bogenlinien, die auch ohne Selbstinduktion im Funkenkreis scharf bleiben. 29 Linien haben die Aufspaltung 7.04, sind dazu Bogenlinien und bleiben bei aperio-

dischen Funkenentladungen scharf. Das Mittel aus ihren Aufspaltungen ist $\mp$ 7.05. Drei von ihnen liegen innerhalb einer einzigen Angström-Einheit, nämlich Cr 2986.59; 2986.12; 2985.96. Die Aufspaltung ist auch in anderen Elementen zahlreich, Herr Cotton hat sie eine bevorzugte genannt, und Herr Croze[1]) hat im Spektrum des Stickstoff 7 Linien dieser Art gefunden.

1) M. F. Croze, C. R. 154, 1912.

II. Teil.

Die dissymetrischen Zerlegungen.

Im Spektrum des Chrom wurden auch einige Anomalien, deren besondere Behandlung von Interesse ist, gefunden. Außer den regulären, symmetrischen Zeeman'schen Typen treten dissymetrische Zerlegungen auf. Fällt die Mittelkomponente oder der Schwerpunkt seitlicher Komponenten nicht mit der ursprünglichen, magnetfeldlosen Wellenlänge zusammen, so entsteht eine geometrische Dissymetrie. Eine andere Art von Dissymetrie besteht in einer unsymmetrischen Verteilung der Intensitäten auf die seitlichen Komponenten. Derartige Beobachtungen sind häufig notiert worden, und in einigen Fällen haben sich besondere Untersuchungen daran geknüpft.

Die älteren Untersuchungen sind dadurch gekennzeichnet, daß die dissymetrische Linie für sich allein betrachtet wird. Die gelbe Quecksilberlinie [1]) 5791 ist in der Weise sehr genau beschrieben worden. Zu einer befriedigenden Erklärung konnte man jedoch nicht gelangen, solange man dabei blieb die Dissymetrien isoliert zu beobachten.

Herr Voigt [2]) hat eine Theorie gegeben, welche Dissymetrien erklärt, indem er dabei Kopplungen zwischen Elektronen von verschiedenen Eigenfrequenzen einführte und im übrigen so verfuhr, wie bei der Erklärung komplizierter Zeemaneffekte durch gekoppelte Elektronen gleicher Eigenfrequenzen. Diese Theorie verlangt also vor allem, daß eine Dissymetrie nicht allein auftritt, sondern dadurch entsteht, daß mehrere Linien vermöge ihrer Kopplungen im Magnetfeld störend aufeinander einwirken. Diese Grundidee wird durch den Befund in verschiedenen Linienspektren gestützt.

1) Zeeman, Phys. Zeitschr. 10, 1909; P. Gmelin, Phys. Zeitschr. 9, 1908.

2) W. Voigt, Magneto- und Elektrooptik, Leipzig 1908.

Herr Lunelund [1]) und Herr Wali-Mohammad [2]) haben zahlreiche Störungen an Hauptlinien und ihren Trabanten gezeigt. Auch zu der genannten Quecksilberlinie 5791 hat Herr Gmelin [3]) einen gestörten Trabanten gefunden. Im Spektrum des Chrom habe ich folgende Gruppen von Dissymetrien gefunden

1)	3394.44	3393.98	3393.12	
2)	3379.96	3379.51	3378.48	
3)	3335.51 und roter Trabant			
4)	roter Trabant und	3209.31	3208.73	3208.13
5)	3031.47	3020.83.		

Schließlich ist durch die Arbeit der Herren Paschen und Back [4]) einwandfrei die gegenseitige Beeinflussung nahe zusammenliegender Linien einer Serie nachgewiesen. In diese Klasse fällt wahrscheinlich auch die gegenseitige Störung der Linien Cr 3031.47 und 3020.83, die wie oben mitgeteilt die zweite Gruppe eines Systems bilden.

Aus den Entwicklungen Herrn Voigts [5]) ergeben sich bestimmte Voraussagen über das Verhalten der Dissymetrien. Für den Fall, daß zwei Elektronen mit den Ladungen e resp. αe und den Massen m resp. αm miteinander gekoppelt sind, gelten für die Schwingungen z_i parallel zur Richtung des Magnetfeldes die Grundgleichungen

$$(1)\qquad \begin{aligned} (\alpha k_1 + i\nu\alpha f_1 - \alpha m\nu^2)\, z_1 + i\nu\alpha h_{12} z_2 &= \alpha e Z, \\ (k_2 + i\nu f_2 - m\nu^2)\, z_2 - i\nu\alpha h_{12} z_1 &= e Z. \end{aligned}$$

In diesen Gleichungen ist Z die erregende einfallende Lichtwelle, k_2 resp. αk_1 die Parameter der quasielastischen Kräfte, f_2 resp. αf_1 die Parameter der Dämpfung, und h_{12} die Koppelungsfunktion, welche verschwindet, wenn das Magnetfeld gleich Null wird. ν ist die Frequenz. Sind in der Volumeinheit N derartige schwingende Gebilde vorhanden, so ergibt sich unter Vernachlässigung der übrigen etwa vorhandenen Elektronenarten für den komplexen Brechungsindex $\mathfrak{n} = n(1 - i\varkappa)$ der Ausdruck

$$(2)\qquad \mathfrak{n}^2 - 1 = 4\pi N e^2 \frac{(k_1 + i\nu f_1 - m\nu^2) + \alpha(k_2 + i\nu f_2 - m\nu^2)}{(k_1 + i\nu f_1 - m\nu^2)(k_2 + i\nu f_2 - m\nu^2) - \alpha\nu^2 h_{12}^2}.$$

---

1) H. Lunelund, Diss. Göttingen 1910. Ann. d. Phys. 34, 1911.
2) Ch. Wali-Mohammad, Diss. Göttingen 1912. Ann. d. Phys. 37, 1912.
3) P. Gmelin, Phys. Zeitschr. 11, 1910.
4) Paschen und Back, Ann. d. Phys. 39, 1912.
5) W. Voigt, Ann. d. Phys. 42, 1913.

Ohne Einwirkung des magnetischen Feldes ergibt das zwei Absorptionsstreifen bei den Frequenzen ν_1 und ν_2 mit dem Intensitätsverhältnis $\alpha:1$. Sind die Linienbreiten gering und ihre Differenz klein neben dem Linienabstand, so erhält man aus (2)

$$(3) \qquad \nu^4 - \nu^2(\nu_1^2 + \nu_2^2 - \alpha\nu_{12}^2) + \nu_1^2\nu_2^2 = 0, \quad \text{wo } \nu_{12} = \frac{h_{12}}{m} \text{ ist,}$$

einen Ausdruck für die Frequenz ν maximaler Absorption. Das gibt wieder zwei Absorptionsstreifen mit einer gegen ν_1 resp. ν_2 veränderten Lage. Die feldlosen Streifen ν_1 und ν_2 haben sich im Sinne einer gegenseitigen Abstoßung verschoben und zwar um den gleichen Betrag. Bei Feldstärken, die im Vergleich zum Linienabstand klein sind, wird die Verschiebung

$$(4) \qquad \varDelta\nu_j = \pm \frac{\alpha\nu_{12}^2}{4(\nu_1 - \nu_2)},$$

Die Verschiebung ist dem Quadrat der Feldstärke proportional und der Effekt ist größer je näher die Absorptionsstreifen zusammenliegen. Liegen die Streifen sehr nahe zusammen, sodaß der Abstand gegen ν_{12} klein werden kann, bei der anwendbaren Feldstärke, so wird die Verschiebung

$$(5) \qquad \varDelta\nu_j = \pm \tfrac{1}{2}\nu_{12}\sqrt{\alpha},$$

sie ist von ν_0, $\frac{\nu_1^2 + \nu_2^2}{2} = \nu_0^2$, aus gerechnet und wird der Feldstärke proportional.

Die Intensitäten der Linien werden ebenfalls durch das Magnetfeld verändert und es ergibt sich aus (2), daß eine Änderung im Sinne eines Ausgleichs zwischen beiden Linien eintritt, bis schließlich bei großer Magnetfeldstärke die Intensitäten einander gleich werden. Die Intensitätsänderung wird desto früher bemerkbar je größer α ist.

Die Beobachtungen verhalten sich zu diesen theoretischen Ausführungen folgendermaßen. Eine Abstoßung der Linien im Magnetfeld tritt bei den beiden hier untersuchten Objekten tatsächlich ein. Der Betrag der Verschiebung ist im Falle der Linien Cr 3379.51 und Cr 3379.96 bei beiden beteiligten Linien der gleiche; Cr 3209.31 und Trabant weichen jedoch vollkommen davon ab und lediglich der Trabant bewegt sich in größeren Feldern der Feldstärke proportional weiter, die Hauptlinie bewegt sich viel weniger. Hier wirken wahrscheinlich die angelagerten schwachen Linien störend auf den Vorgang ein. Der Effekt ist bei Cr 3209.31 und Trabant

sehr bedeutend im Vergleich zu dem an Cr 3379.51 und 96, was der Theorie insofern entspricht, als im ersten Falle $\nu_1 - \nu_2$ klein gegen ν_{12} ist, im zweiten groß. Da α nicht größer als 2, ist bei Cr 3379.51 etc. kein Intensitätsausgleich zu bemerken, bei Cr 3209.31 etc. dagegen ist er ganz deutlich, sodaß der Trabant, der anfänglich unsichtbar ist, schließlich über ein Drittel der Intensität der Hauptlinie erreicht. Der Theorie zufolge beruht der starke Effekt an Cr 3209.31 etc. auf der Größe von α, die recht beträchtlich ist.

Für die Schwingungen senkrecht zum Magnetfeld erhält man aus jeder Linie 2 Absorptionsstreifen; die beiden Komponenten zeigen eine Dissymetrie der Intensitäten derart, daß bei jedem Duplet entweder die nach außen oder bei beiden die nach innen liegende Komponente die stärkere ist. Die Dissymetrie zweier zusammengehöriger Komponenten ist dabei um so größer, je schwächer die Linie im Vergleich zur gekoppelten Nachbarlinie ist. Diese theoretischen Forderungen stimmen mit den an Cr 3379.51 etc. gemachten Beobachtungen überein.

Die Untersuchungsmethode.

Zur Untersuchung der dissymetrischen Zeemaneffekte wurden Aufnahmen bei verschiedenen Feldstärken, und nach Herstellung eines geeigneten Apparates auch gewöhnliche Aufnahmen des Spektrums zum Vergleich gemacht. Diese Vergleichsaufnahmen befinden sich mit einer Zeemaneffektaufnahme zusammen auf einer Platte. Die mittelste Zone der photographischen Platte hat 4 mm Breite und ist ohne Erregung des Magnetfelds belichtet, die beiden angrenzenden seitlichen Zonen tragen den Zeemaneffekt. Dabei wurde alle 10 bis 20 Min. mit den beiden Belichtungen abgewechselt, um die Bedingungen für die Aufnahmen mit und ohne Feld einander möglichst gleich zu machen. Wurde der Kalkspat zur Trennung der s- von den p-Komponenten benutzt, so blieb er auch während der feldlosen Aufnahme unverändert stehen, um die gleichen Bedingungen zu behalten. Da aber das Magnetfeld den Funkengang deutlich sichtbar beeinflußt, bleibt trotz der angewandten Vorsichtsmaßregeln immer noch eine Verschiedenheit in den äußeren Verhältnissen beider Aufnahmen bestehen, die einen Fehler in der absoluten Lage bis zu 0.005 A. E. herbeizuführen vermag.

Um die Aufnahmen mit und ohne Magnetfeld in der beschriebenen Art nebeneinander herzustellen, ist eine automatisch veränderliche Blende konstruiert worden (Fig. 6). Diese Blende mußte sich direkt vor der photographischen Platte befinden, da das Konkavgitter astigmatische Bilder entwirft. Und sie mußte daher so lang

sein wie das gewünschte Photogramm, nämlich 10 cm. Zwei Schirme aus dünnem Blech sind einander diametral auf seiner Welle angebracht. Die Welle ist horizontal um Stahlspitzen drehbar und der ganze drehbare Teil ist ausbalanciert. Diese Vorrichtung wurde in naher Distanz vor der photographischen Platte aufgestellt, aber doch soweit entfernt, daß die Schirmflügel an der Platte vorbeigedreht werden konnten. Der eine Schirm ist derart ausgeschnitten, daß er die Mitte der photographischen Platte zur Belichtung frei ließ. Der andere Schirm ließ nur die beiden seitlichen Zonen frei, wenn er an die Stelle des ersten vor die Platte gedreht wurde. Die Drehung mußte sehr leicht vor sich gehen, um sie aus der Ferne und ohne den Gitterraum zu betreten ausführen zu können. Auf der Welle sitzen zu dem Zweck zwei kleine Seilscheiben fest. Über jede Seilscheibe läuft ein Faden, dessen eines Ende am Scheibenkranz befestigt ist, und dessen freies Ende ein zylindrisches Stück Weicheisen trägt. Unter jedem Weicheisen steht ein Solenoid, von denen abwechselnd das eine und dann das andere sein Eisen in sich hinein zog und die Welle drehte, je nachdem der elektrische Strom (1,6 Amp.) durch das eine oder das andere geschickt wurde. Bei der großen Zahl von Blendenwechseln, bis zu 20 Stück für eine Aufnahme, war diese Betätigung aus der Ferne ohne den Gitterraum zu betreten durchaus notwendig.

Die Lage der Zeeman'schen Komponenten in bezug auf die ursprüngliche Lage der Spektrallinie wurde unter dem Zeiß'schen Längenkomparator bestimmt. Die feldlose Aufnahme war 4 mm breit, das Gesichtsfeld des Komparatormikroskops hatte 8 mm Durchmesser, sodaß beide seitlichen Zonen gleichzeitig im Gesichtsfeld erschienen.

Zur Intensitätsmessung wurden Intensität und Schwärzung einander proportional gesetzt. Im Gebiete normaler Expositionsdauer ist das berechtigt, extreme Expositionszeiten können aber nicht gebraucht werden, oder sie geben Fehler. Dabei sind die Linienränder sicher unterexponiert. Eine andere Schwierigkeit für die Intensitätsmessung liegt in der geringen Linienbreite; die durchschnittliche Halbwertsbreite betrug 0.14 A. E., das sind in zweiter Ordnung des Spektrums ebensoviele Millimeter, in erster Ordnung die Hälfte. Das schmalste Spiegelchen im Hartmann'schen Mikrophotometer, das zur Messung verwandt wurde, bildete einen Plattenstreifen von 0.012 mm ab. Die Schwärzung erschien dem Auge innerhalb dieses Intervalls von 0.012 mm zumeist homogen, zeigte aber zuweilen auch schon kleine Verschiedenheiten. Die

Wirkungen beider Fehlerquellen, der extremen Expositionsdauer und der großen Intervallbreite, sind dadurch geprüft worden, daß identische Effekte auf verschiedenen Aufnahmen und in verschiedenen Ordnungen gemessen wurden. Die Resultate gestatten die Einer der Intensitätsprozente noch anzugeben. Tabelle pag. 42 soll zwar zunächst die Gleichheit der Intensitäten erweisen, gibt aber doch ein Bild der Fehlerschwankungen.

Die Chromlinien 3379.96; 3379.51.

Diese beiden Linien liegen dicht beieinander und werden im Magnetfeld in Triplets mit beinahe gleichen Aufspaltungen zerlegt. Es ist starke Dissymetrie der Intensitäten und Verschiebung zu erkennen.

Die Dissymetrie der Wellenlängen ist sehr klein. Die Messungen auf einer Platte stimmten zwar immer bis auf 0.001 A. E. unter einander überein, aber die verschiedenen Platten wichen bis zu 0.005 A. E. von einander ab. Die Dissymetrien selber sind nicht viel größer. Bei 22 900 Gauß Feldstärke wurden einige gute photographische Aufnahmen erhalten, auf denen eine Linienabschattierung unmerklich ist und die Linienschärfe groß ist. Bei dieser Feldstärke wurden die folgenden Verschiebungen gemessen.

	Cr 3379.96	*Cr* 3379.51
Verschiebung der *p*-Komponente	+ 0.012 A. E.	— 0.014 A. E.
Verschiebung des *s*-Komponenten-Schwerpunkts	+ 0.020 A. E.	— 0.015 A. E.

Die Dissymetrie der Intensitäten beider Linien ist bedeutend. In der folgenden Tabelle ist angegeben, wie sich die Intensitätsverhältnisse der *s*-Komponenten mit der Feldstärke verändern. Die Summe der Intensitäten zusammengehörender *s*-Komponenten ist dabei gleich 100 % gesetzt.

Feldstärke	*Cr* 3379.96		*Cr* 3379.51	
	rot	violett	rot	violett
10050	50 %	50 %	64 %	36 %
18610	43 %	57 %	68 %	32 %
24280	40 %	60 %	79 %	21 %
30650	40 %	60 %	83 %	17 %

Die Zahlen für 30650 Gauß Feldstärke sind trotz der Überlagerung, welche bei dieser hohen Feldstärke eintritt, angegeben; denn auf Grund der Kenntnis, daß die Intensitäten der Linien 3379.96 und 3379.51 im Verhältnis 50:26 stehen, lassen sie sich trotzdem berechnen.

Ein deutlicher Intensitätsaustausch zwischen den beiden Linien ist nicht wahrnehmbar geworden. In der folgenden Tabelle ist die Summe aus den Intensitäten der beiden *p*-Komponenten zusammen gleich 100 % gesetzt worden, und man erkennt, daß die *p*-Komponente jeder Linie ihren prozentualen Anteil behält. In derselben Weise ist die Summe sämtlicher vier *s*-Komponenten gleich 100 % gesetzt, und man sieht, daß die Summe zweier zusammengehöriger *s*-Komponenten prozentual konstant bleibt. Die wahrnehmbaren Schwankungen können noch durch Fehler entstanden sein.

Feldstärke	*Cr* 3379.96	*Cr* 3379.51	
0	65 %	35 %	*p*-Komp.
18610	66 %	34 %	
30650	69 %	31 %	
0	65 %	35 %	Summe aus je zwei *s*-Komp.
10050	64 %	36 %	
18610	66 %	34 %	

Die Chromlinie 3209.31 mit ihrem Trabanten.

In einem Ensemble von 4 Linien findet sich ein Beispiel für den Intensitätsaustausch zwischen gekoppelten Linien. *Cr* 3209.31 ist die stärkste der vier Linien. *Cr* 3208.73 und *Cr* 3208.13 sind schwache Linien, die im Magnetfeld Störungen erleiden. Sie lassen sich beide nicht genauer verfolgen, weil ihre Komponenten durch die Zerlegung im Magnetfeld zu schwach werden. Die Linien liegen von 3209.31 nach Violett zu. Nahe der Hauptlinie *Cr* 3209.31 und zwar nach Rot zu muß ein ganz schwacher Trabant liegen. Schaltet man den Magnetstrom ein, so bewegt sich die Hauptlinie nach Violett und wird in ein Triplet zerlegt. Gleichzeitig erscheint wie aus der Hauptlinie heraus der Trabant, ebenfalls ein Zeeman'sches Triplet. Er wird mit der Feldstärke stärker und entfernt sich beträchtlich von der Hauptlinie.

Die p-Komponente der Hauptlinie erfährt folgende Verschiebung

bei 10050 Gauß −0.007 A. E.
bei 18610 Gauß −0.027 A. E.

Der Abstand der p-Komponente des Trabanten von der p-Komponente der Hauptlinie ist

bei 10050 Gauß +0.157 A. E.
bei 18610 Gauß +0.171 A. E.
bei 24040 Gauß +0.249 A. E.
bei 30650 Gauß +0.284 A. E.

Die s-Komponenten von Hauptlinie und Trabant überlagern einander zum Teil. Soviel zu sehen ist, verhalten sie sich normal und machen die Bewegung und den Intensitätsaustausch der Mittelkomponente symmetrisch mit.

Das interessanteste ist der Intensitätsaustausch zwischen Hauptlinie und Trabant. Der Trabant ist anfangs nicht sichtbar und erreicht später eine Intensität von 1/3 Intensität der Hauptlinie. Die Summe der Intensitäten beider p-Komponenten ist in der folgenden Tabelle gleich 100 % gesetzt, und angegeben ist in dieser Tabelle, wie sich die Intensität bei verschiedenen Feldern auf Hauptlinie und Trabant prozentual verteilt.

Feldstärke	*Cr* 3209.31 Hauptlinie	roter Trabant
0	100 %	0 %
10050	96 %	4 %
18610	81 %	19 %
24040	74 %	26 %

Zusammenfassung der Resultate.

1. Es wurde eine Haupttabelle der magnetischen Zerlegungen des untersuchten Chromspektrums gegeben.

2. Es wurde der Einfluß der Selbstinduktion im Funkenkreise auf die Linienschärfe untersucht, die Beobachtungen in der Haupttabelle eingetragen, und eine Regel aufgestellt.

3. Es wurden die Anfänge zu 6 Seriensystemen gefunden.

4. Es wurde die Runge'sche Regel und mit einer gewissen Einschränkung eine besondere Aussage der Ritz'schen Regel bestätigt.

5. Es wurden zwei Gruppen dissymetrischer Linien untersucht und die Beobachtungen im Einklang mit der Theorie Herrn Voigts gefunden.

Herrn Geheimrat Voigt fühle ich mich für seine bereitwillige Unterstützung zu besonderem Dank verpflichtet und möchte das auch an dieser Stelle ausdrücken.

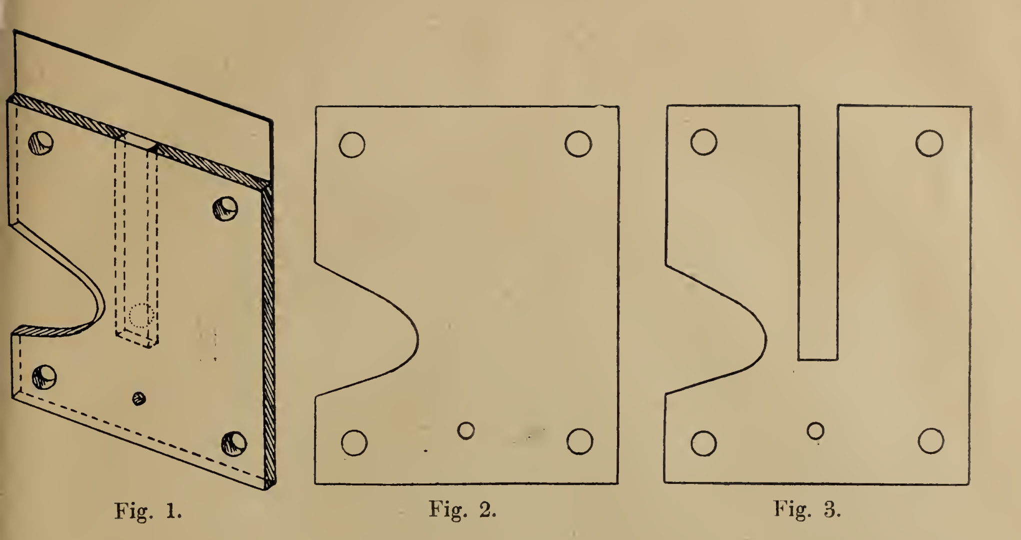


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

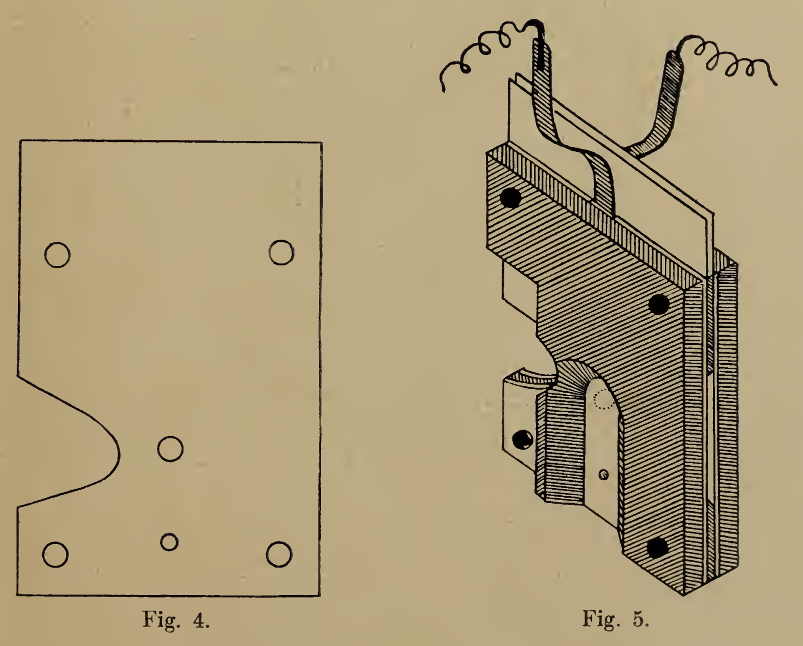


Fig. 4. Fig. 5.

Der Elektrodenhalter (Fig. 1—5).

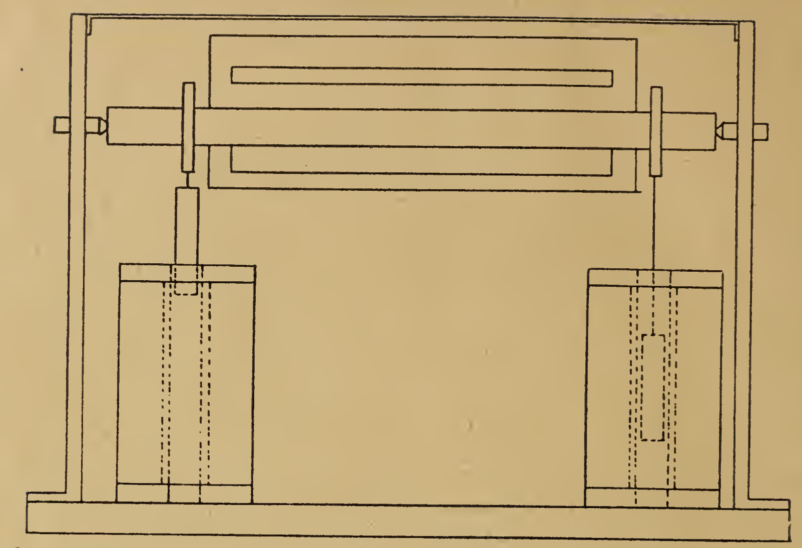


Fig. 6. Apparat zur Herstellung von Vergleichsaufnahmen (schematische Darstellung).

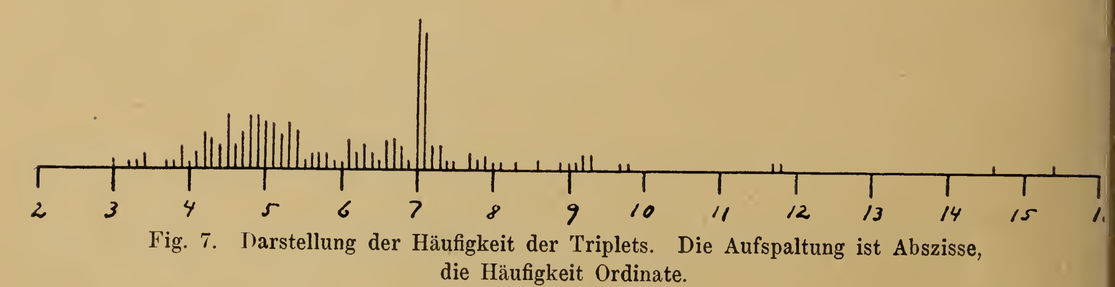


Fig. 7. Darstellung der Häufigkeit der Triplets. Die Aufspaltung ist Abszisse, die Häufigkeit Ordinate.

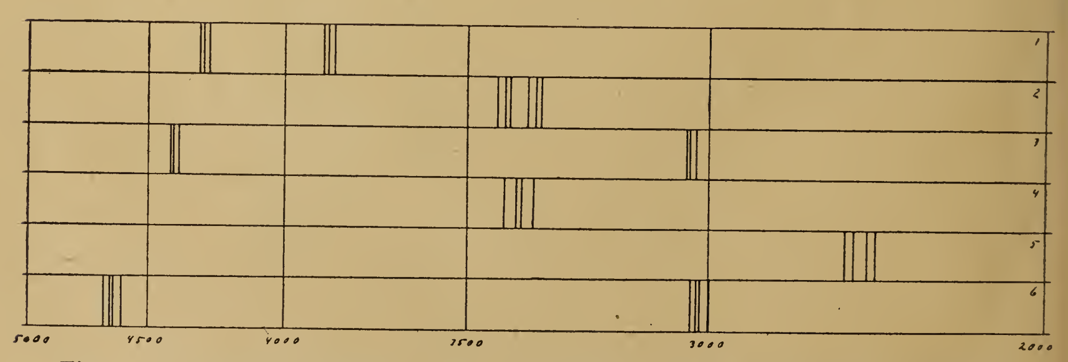
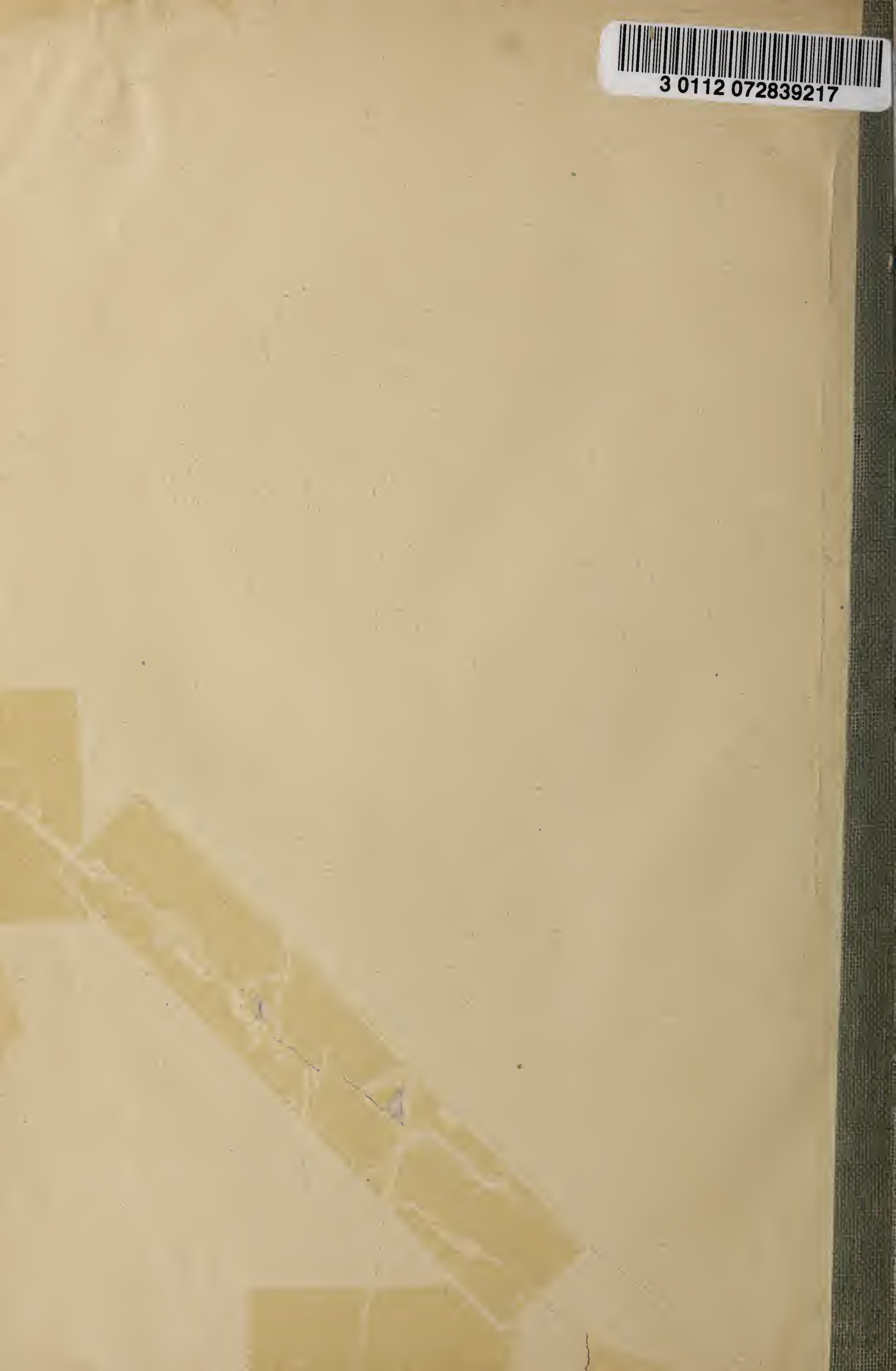


Fig. 8. Darstellung der Systeme 1 bis 6. Die Zahlen bedeuten Wellenlängen, die Längen in der Zeichnung sind den Wellenzahlen proportional.

Lebenslauf.

Ich, Robert Eduard Karl John Richter, wurde am 8. Sept. 1886 zu Berlin als Sohn des früheren Arztes und jetzigen Malers Herrn Dr. med. Rob. Richter geboren und bin Preuße.

Ostern 1907 erhielt ich das Reifezeugnis des Königl. Kaiserin-Augusta-Gymnasiums zu Charlottenburg, studierte von Ostern 1907 1 Semester lang in Freiburg Mathematik, arbeitete dann 1 Jahr lang in der Berlin Anhaltischen Maschinenbau A.-G. in Dessau als Volontär, studierte von Michaelis 1908 ab 1 Semester lang an der techn. Hochschule in Charlottenburg, sodann 3 Semester an der Berliner Universität Physik bis Michaelis 1910, von da ab an der Göttinger Universität 4 Semester lang bis Michaelis 1912. Alsdann war ich bis zum Ostern 1913 Hilfsassistent am Göttinger physikalischen Institut und bin von da ab als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei Voigtländer & Sohn A.-G. tätig.